

Utviklingstrekk knyttet til helsefare



Sammendrag

Acona har på oppdrag fra Petroleumstilsynet gjennomført en kartlegging av utviklingen av bruken av borevæske og borevæskeskjemikalier på norsk kontinentalsokkel de siste 10-15 årene, med fokus på iboende helsefareegenskaper.

Resultatene fra prosjektet vil inngå i Petroleumstilsynets videre planlegging og gjennomføring av tilsynsaktiviteter og formidlingsarbeid overfor industrien.

Gjennomgangen viser at få endringer er gjort i forhold til borevæske og borevæskeskjemikalier de siste 15 årene, men at det er gjort flere endringer i rammene omkring blanding og bruk av borevæsker som har redusert behovet for manuell håndtering av kjemikalier på offshoreinnretninger og ført til en reduksjon av kjemisk eksponering for tilsetningsstoffer.

Viktige observasjoner gjort under prosjektgjennomføringen:

Basert på informasjon mottatt fra selskapene, har det vært relativt få endringer i sammensetningen av borevæsker de siste 10-15 årene.

Bruk av oljebaserte borevæsker har økt hos flere av selskapene i forhold til vannbaserte borevæsker. Gjenbruken er også høyest for oljebaserte borevæsker.

Det er en samlet oppfattelse av selskapene at endringer i borevæskesystemer og borevæskeskjemikalier de siste 10-15 årene hovedsakelig er drevet av sikkerhetstekniske krav til brønnintegritet, myndighetskrav til å redusere bruk av miljøfarlige kjemikalier, samt økonomiske hensyn. Selskapene har imidlertid iverksatt ulike tiltak for å begrense helserisiko forbundet med kjemisk eksponering.

Utviklingen innen automatisering og digitalisering har ført til at personell både på land og til havs er i mindre kontakt med borevæsker og tilsetningskjemikalier enn tidligere.

Tidligere var det vanlig at borevæskens i stor grad ble blandet om bord på innretningene. Dette medførte at personell ble eksponert for større mengder tilsetningsstoffer, og da spesielt støv i forbindelse med tilsetning av tørrkjemikalier fra sekk og «bigbag» (storsekk). Den senere tiden har det imidlertid blitt mer vanlig å utføre blandingen ved borevæskeleverandørenes anlegg på land. Dette har medført en reduksjon i kjemikalieeksponering på innretningene, men potensielt økt eksponering for personell på landanleggene.

Ingen av operatørselskapene har oppgitt at det gjennomføres systematiske arbeidsmiljøverifikasjoner av borevæskeleverandørenes blandaanlegg på land. Arbeidsmiljøverifikasjoner er av industrien vurdert å være et nyttig virkemiddel for å bedre forholdene på arbeidsplassen.

Selskapene undersøker og utvikler systemer for å kunne fjernstyre flere av arbeidsoperasjonene som i dag utføres av personell om bord på innretningene. Hoveddrivkreftene bak denne utviklingen er basert på at man ønsker å redusere bemanningen om bord for å redusere kostnader. Denne utviklingen vil også kunne redusere kjemikalieeksponering for personell om bord på innretningene.

(Dette er litt utenfor scope og litt for mye "synsing". Avsnittet foreslås strøket)

Forbruket av borevæsker i forskjellige boreoperasjoner varierer stort. For en standard letebrønn er det i hovedsak vannbasert borevæske som blir benyttet. Generelt et forbruk i størrelsesorden ca 700 – 900 m³ for en brønn er ikke uvanlig. For produksjonsbrønner starter en ofte med vannbasert i de øvre

seksjonene for så å gå over til oljebaserte borevæsker for de dypere seksjonene og i reservoarseksjonene. Grunnen til å gå fra vannbasert til oljebasert er ofte tekniske. Mengden av borevæske er vanskeligere å anslå da lengdene på seksjonene, vinkel på brønnbanen og den totale lengden på brønnen varierer stort. Men det vil i de fleste tilfeller være et høyere forbruk av borevæske på en produksjonsbrønn.

Disclaimer

The data forming the basis on this report has been collected through the joint effort of Acona AS.

Acona has gathered the data to the best of our knowledge, ability, and in good faith from sources to be reliable and accurate.

Acona has attempted to ensure the accuracy of the data, though, Acona makes no representations or warranties as to the accuracy or completeness of the reported information.

Acona assumes no liability or responsibility for any errors or omissions in the information or for any loss or damage resulting from the use of any information contained within this report.

This document may set requirements supplemental to applicable laws. However, nothing herein is intended to replace, amend, supersede or otherwise depart from any applicable law relating to the subject matter of this document.

In the event of any conflict or contradiction between the provision of this document and applicable law as to the implementation and governance of this document, the provision of applicable law shall prevail.

Revisjons- og godkjenningsskjema

RAPPORT		
Tittel		
Bruk av borevæsker på norsk kontinentalsokkel - Utviklingstrekk knyttet til helsefare		
Rapport Nr.	Revisjonsdato	Rev. Nr.
450193	04.05.20	B
Kunde	Kundekontakt	Kundereferanse
Petroleumstilsynet	Vivian Sagvaag	NUTS-kode:NO043-Rogaland

Navn	Dato	Signatur
Utarbeidet av		
P. Helmichsen, T. E. Gunnarsen, H. Kile, E. Moen		
Verifisert av:		Thomas Hebo
Thomas Hebo		
Godkjent av:		
Jan Strand		

Rev. Nr.	Revisionshistorikk	Dato	Utarbeidet av	Godkjent av
00	Første utstedte dokument			
B	Andre utkast	28.02.20	EM	JS
A	Første utkast	13.12.19	EM	JS
C	Utarbeidet rapport	04.05.20	EM	TH

Innholdsfortegnelse

1	Viktige observasjoner	9
1.1	Læring og erfaringsoverføring	12
2	Introduksjon	13
2.1	Bakgrunn for prosjektet	13
2.2	Omfang og avgrensninger	13
2.3	Prosessten bak prosjektgjennomføringen	15
2.3.1	Arbeidsgruppen	15
2.3.2	Kilder til informasjon	15
2.3.3	Metode	16
3	Oversikt bruk av borevæsker på norsk sokkel	18
3.1	Borevæsketyper	19
3.2	Borevæskesystemer	20
3.3	Borevæskekomponenter	21
3.4	Andre typiske tilsetningsstoffer	22
3.5	Årlige mengder/volum siste 15 år	22
3.6	Borevæskebruk i ulike seksjoner av brønnen	25
3.6.1	Brønnseksjoner	25
3.6.2	Brønngeometri	26
3.6.3	Typisk forbruk av borevæsker	28
3.6.4	Typiske seksjonslengder og borevæske sirkulasjons tidsforbruk	28
3.7	Kriterier for valg av borevæskesystemer, selskapenes policy	33
3.7.1	Generelle kriterier for valg av borevæske systemer	33
3.7.2	Tekniske og kommersielle kriterier	35
3.7.3	Operatørselskapenes kriterier	35
3.7.4	Borevæskeleverandørens kriterier	36
3.7.5	Operatørselskapenes involvering av borevæskeleverandørene	36
3.7.6	Borevæskeleverandørens politikk	37
3.7.7	Operatørselskapenes politikk	37
3.7.8	Utvikling innen borevæske valg, overvåkning og vedlikehold	37
4	Helsefare og helserisiko	39
4.1	Helsefareklassifisering av borevæskesystemer	40
4.2	Helsefarekategorisering av tilsetningsstoffer	41
4.3	Helserisiko forbundet ved håndtering av borevæskesystemer	42
4.3.1	Operasjoner på land	42
4.3.2	Operasjoner offshore	43
4.4	Selskapenes arbeid i forhold til reduksjon av helserisiko	44
4.5	Utfordringer i forbindelse med reduksjon av helserisiko	45
5	Utviklingstrekk i bruk av borevæsker siste 10-15 år	47
5.1	Generelt	47
5.2	Utviklingstrekk hos operatørselskap	48
5.3	Utviklingstrekk hos borevæskeleverandør	48
6	Referanser	50
	Appendix A Spørreskjema for informasjonsinnhenting	52
	Appendix B Tilleggsinformasjon	57
	Appendix C Helse-, miljø- og sikkerhetsfareklassifisering	61

Figurer

Figur 1 Metode for prosjektgjennomføring	16
Figur 2 Flytskjema over borevæskens livsløp	18
Figur 3 Brønndesign 1	27
Figur 4 Brønndesign 2	27
Figur 5 Inndeling av kriterier for valg av borevæskesystem	33
Figur 6 Tiltakshieraki for kontroll av arbeidsmiljørisiko,	47

Tabeller

Tabell 1 Volum borevæsker 2004-2011	22
Tabell 2 Volum borevæsker 2012-2018, inkludert totalt volum tabell 1 og 2	22
Tabell 3 Borevæske sirkulasjonstid standard letebrønn	29
Tabell 4 Borevæske sirkulasjonstid HPHT letebrønn	30
Tabell 5 Borevæske sirkulasjonstid for en enkel utvinningsbrønn	31
Tabell 6 Borevæske sirkulasjonstid for en avansert utvinningsbrønn	32
Tabell 7 Prosentandel gjenbruk av borevæske	37

Grafer

Graf 1 Prosentvis fordeling av antall tonn borevæske brukt på norsk sokkel	20
Graf 2 Forbruk i tonn per år for de forskjellige borevæsketyperne	23
Graf 3 Oljebasert borevæske tapt til formasjon, injisering eller vedheng til kaks	24
Graf 4 Vannbasert borevæske tapt til formasjon, injisering eller vedheng til kaks	25
Graf 5 Helsefareklassifisering VBB	40
Graf 6 Helsefareklassifisering av OBB	41

Forkortelser

CLP	Classification, Labelling and Packaging regulation
ECHA	European Chemicals Agency
HOCNF	Harmonized Offshore Chemical Notification Format
HPHT	High Pressure High Temperature
IBC	Intermediate Bulk Container
LEL	Lower Explosive Limit
NAF	Non-Aqueous Fluid
NKS	Norsk kontinentalsokkel
NORSOK	Norsk Sokkels Konkurransesposisjon
OBB	Oljebasert borevæske
Ptil	Petroleumstilsynet

PVU	Personlig verneutstyr
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals, EU
SBB	Syntetisk basert borevæske
SDS	Sikkerhetsdatablad
SoW	Scope of Work / Arbeidsomfang
VBB	Vannbasert borevæske
WEHRA	Working Environment and Health Risk Assessment

Definisjoner

Aromater	Fellesbetegnelse for organiske forbindelser som inneholder karboner i ringstruktur som inkluderer dobbeltbindinger mellom karbonatomene. Finnes blant annet i råolje og kondensat. Aromater kan i tillegg til karbon og hydrogen også bestå av andre grunnstoffer
Benzen	Et stoff innenfor gruppen aromater. Brukes ofte som en indikator i forbindelse med eksponering for råolje og kondensat. Grenseverdi (maksimumsverdi) for gjennomsnittskonsentrasjon i pustesonen til en arbeidstaker i en fastsatt referanseperiode på åtte timer er 3 mg/m ³ og 1,8 mg/m ³ for 12 timer. Benzen er et kreftfremkallende stoff som tas opp i kroppen både via luftbåren eksponering og via eksponering på hud. Nyere studier viser at benzen kan forårsake kreft hos mennesker ved lavere konsentrasjoner enn tidligere antatt. Dette har medført at det i EU-systemet nylig har blitt foreslått å redusere grenseverdien for benzen i arbeidsmiljøet.
Headspace-GC	Analysemetode som her er benyttet til å kvantifisere konsentrasjoner av hydrokarboner i dampfasen over en baseolje ved gitte betingelser.
CLP	Forskrift om klassifisering, merking og emballering av farlige stoffer og stoffblandinger, også kalt CLP-forskriften Referanser. Formålet med forskriften er at klassifisering, merking og emballering av kjemikalier skal følge de samme prinsippene og reglene over hele verden. Dette gir bedre sikkerhet ved bruk og transport av kjemikalier, og gjør også handel med kjemikalier over landegrensene enklere.

HOCNF dokumentasjon	HOCNF (Harmonised Offshore Chemical Notification Format) er økotoksikologisk dokumentasjon for kjemikalier til bruk i offshorebransjen. Dokumentasjonen benyttes til å kategorisere kjemikaliers miljørisiko i forbindelse med bruk, utslipp, påvirkning eller skader på det marine miljøet.
Hydrokarboner	Fellesbetegnelse for organiske forbindelser som kun består av hydrogen og karbon (hovedandelen i råolje, kondensat og gass)
Oljedamp	Olje i gassfase. Grenseverdi (maksimumsverdi) for gjennomsnittskonsentrasjon i pustesonen til en arbeidstaker i en fastsatt referanseperiode på åtte timer er 50 mg/m ³ og 30 mg/m ³ for 12 timer
Oljetåke	Aerosoler/små dråper av olje. Grenseverdi (maksimumsverdi) for gjennomsnittskonsentrasjon i pustesonen til en arbeidstaker i en fastsatt referanseperiode på åtte timer er 1 mg/m ³ og 0,6 mg/m ³ for 12 timer
Produktdatablad	Et produktdatablad beskriver hovedfunksjonene som produktet skal oppfylle for brukeren, det er oftest benyttet i en teknisk operativ sammenheng, og med et visst markedsførings element.
REACH	Forskrift om registrering, vurdering, godkjenning og begrensning av kjemikalier, også kalt REACH-forskriften. Formålet med REACH er blant annet å sikre et høyt beskyttelsesnivå for menneskers helse og for miljøet, samt å styrke bedriftenes konkurranseevne og nyskaping.
Sikkerhetsdatablad	Sikkerhetsdatablad er et følgeskriv som skal inneholde informasjon om blant annet farlige egenskaper og anbefalte vernetiltak ved bruk av farlige kjemikalier. Farlige kjemikalier til yrkesmessig bruk skal ha sikkerhetsdatablad. Det vil si stoffer og stoffblandinger som har helsefarlige, brannfarlige, eksplosive eller miljøskadelige egenskaper.
Stoffkartotek	Stoffkartoteket er en samling av sikkerhetsdatablader for farlige kjemikalier som brukes i virksomheten. Kartoteket skal også inneholde informasjonsblad for andre helseskadelige stoffer og helsefarlig biologisk materiale.

1 Viktige observasjoner

Risiko og helsefare

- Generelt mener selskapene at de viktigste utfordringene til borevæskers iboende helsefareegenskaper er allergiske reaksjoner ved hudkontakt. Utover dette vurderes arbeidsoperasjoner som medfører håndtering av oppvarmet borevæske (eksponering for oljedamp og oljeaerosoler) og håndtering av tørrbulk (støvproblematikk) som mest vesentlig.
- Samtlige selskaper har etablert systemer for utarbeidelse av lister over kjemikalier som skal prioriteres for substitusjon eller utfasing. Prioritering omfatter hovedsakelig kjemikalier i høy helsefarekategori. Helsefarer forbundet med bruk er imidlertid i mindre grad vurdert i forhold til hvilke kjemikalier som prioriteres faset ut eller substituert.
- Operatørselskapene har systemer for å godkjenne borevæskesystemer og tilsetningsstoffer før disse kan sendes til innretningen. Videre settes det krav til å utføre risikovurderinger/verneinstrukser for kjemikalier i høy helsefarekategori, typisk kjemikalier i helsefarekategori 4 og 5.
- Bruk av oljebaserte borevæsker (OBB) har i løpet av de siste 15 årene økt, og gjenbruken er også høyest på OBB. Det ble opplyst om at baseoljer med høy viskositet benyttes i mindre grad nå enn tidligere. Baseoljer med relativt lav viskositet kan medføre høyere konsentrasjon av oljedamp i arbeidsatmosfæren sammenliknet med oljer med relativt høy viskositet.
- Emulgatorpakkene har blitt færre og mer konsentrerte. Dette kan sannsynligvis ha ført til økt iboende helsefare. Emulgatorer oppbevares på IBC-tanker og pumpes via slange.
- Det er utviklet bedre utstyr og flere arbeidsoppgaver er flyttet til land. Samtidig har det også vært en utvikling innen personlig verneutstyr. Et konkret eksempel som ble nevnt var at flere selskaper har begynt å ta i bruk vifteassistert åndedrettsvern (også kalt Turbo eller Airstream) med overtrykk i visir i stedet for tettsittende åndedrettsvern påmontert filter. Vifteassistert åndedrettsvern kombinert med visir oppleves av flere som mer behagelig i bruk sammenliknet med tettsittende åndedrettsvern.

Automatisering

- Selskapene undersøker og utvikler systemer for å kunne fjernstyre flere av arbeidsoperasjonene som i dag utføres av personell om bord på innretningene. Dette vil kunne redusere eksponering for helsefarlige kjemikalier for flerestillinger om bord.
- På land har flere blandingsanlegg blitt lukket og automatisert, som igjen reduserer eksponering for borevæsker og tilhørende komponenter.
- På land (og til havs) kan det oppstå problemer med at de automatiserte systemene tetter seg, eller ikke er funksjonelle av andre årsaker. I slike tilfeller velger man ofte å ta i bruk eldre systemer, som for eksempel å tilsette tørrkjemikalier via åpen hopper i stedet for å bruke sekkekuttermaskin. Dette vil kunne medføre økt støveksposering.
- Eldre teknologi er fremdeles i drift ved baser og anlegg. Baser hvor store volumer blir produsert, og hvor sannsynligheten for fremtidig arbeid er identifisert, får således større midler til rådighet til investering, som også vil kunne fremme et godt arbeidsmiljø
- Mer automatiserte boreoperasjoner reduserer personellbasert arbeid på boredekk, noe som kan redusere personelletts kontakt med borevæske.

Håndtering av borevæsker.

- I 2019 blandes større volumer av borevæsker på land, og blir levert til flyttbar innretning klar til bruk, sammenlignet med 15 år tilbake i tid. Noe blanding vil fortsette om bord som tidligere, for å snarlig kunne dekke inn tap til formasjon, vedheng til borekaks, samt erstatte forurensede volumer.
- Dokumentasjon mottatt fra ett av selskapene viser at blanding om bord på innretninger har likevel holdt seg mer eller mindre stabil i samme tidsrom. Det er ikke kommet frem en klar begrunnelse til hva denne statistikken indikerer.
- Økende innbygging og lukking av strømningsrør, renner og borevæske behandlingsutstyr (f.eks. siktemaskiner) har ført til mindre eksponering mot væsker og avdampning for borekontraktørens og borevæskeselskapets personell.

Interne krav

- Et operatørselskap har utarbeidet selskapsspesifikke krav som skal benyttes ved valg av baseolje til oljebaserte borevæskesystemer. Kravene er utarbeidet for å redusere eksponering for oljetåke og oljedamp fra borevæskesystem, spesielt med tanke på opphold i ristemaskinrom og borevæsketank-områder. Det er her satt krav til blant annet viskositet, flammepunkt, aromatinnhold, og benzeninnhold. Noen av disse kravene samt andre krav har også blitt benyttet av andre operatørselskap.
- Bedre borevæskelaboratorier med automatisert prøvetaking og analyse, samt flere avtrekksskap og bedre laboratoriespesifikasjoner har også gitt bedre arbeidsmiljø for borevæskeingeniøren. Lukkede skipper/tanker ble brukt som et vanlig alternativ for ilandføring av borekaks. I dag er det mulig å redusere kontakten med borevæsker ved å ta i bruk pneumatisk og skruetransport internt på flyttbare innretninger og fast innretninger, samt bruk av standardiserte ISO tanker.
- Flere av borevæskeselskapene har utviklet håndbøker og kvalifiseringsrutiner for både åndedrettsvern og hudbeskyttelse, inklusive hansker spesialtilpasset produktet som behandles.
- Borevæskeselskapenes sikkerhetskrav i forbindelse med blanding og bruk av borevæsker er i høy grad dekket av utstyrskvalifiseringsrutiner, prosedyrer for utførelse av jobbene og veiledninger og plakater direkte tilgjengelige ved angjeldende arbeidsstasjon. I tillegg gjennomføres opplæring i de benyttede kjemikalier, risikovurderinger og det avholdes sikkerhetsmøter.

Teknologi

- Et operatørselskap har byttet ut konvensjonelle ristemaskiner til fordel for Mudcubes på enkelte offshoreinstallasjoner (lukket system for separasjon av borevæske og borekaks). Det fremgår at dette har redusert eksponering for oljetåke og oljedamp i slambehandlingsområder. Det fremkom likevel ulik erfaring med systemet totalt sett.
- Flere av operatørselskapene har opplyst at systemer for kjøling av borevæske («mudcoolers») ofte benyttes. En borevæskeskjøler er installert for å ivareta borevæskens egenskaper og av tekniske årsaker, men vil også redusere fordampning av hydrokarboner.

Miljø

- Flere av de konvensjonelle borevæskekontraktene er basert på at væskeleverandøren kjøper tilbake borevæsken fra operatørselskapet etter endt oppdrag for å selge væsken på ny ved neste oppdrag. Dette medfører at borevæsken gjenbrukes opptil flere ganger, noe som gir et bedre miljøregnskap.
- Operatørselskapene har ikke nødvendigvis skriftlige retningslinjer som innebærer at yrkeshygienisk kompetanse kobles inn ved valg av borevæsker. Denne kompetansen kobles imidlertid inn når borevæsken ønskes godkjent for bruk.
- Norge er etter borevæskeselskapenes vurderinger blitt et av de mest restriktive land i forbindelse med miljø og helsefare. «Blir det godkjent i Norge, vil det bli godkjent også i andre land», er ofte tilbakemeldingene fra bedriftenes hovedkontor i utlandet. Borevæskeleverandørenes kontor i Norge blir derfor ofte kontaktet av hovedkontorets forskningsavdelinger utenlands for en screening, før videre arbeid med nye/justerte produkter fortsetter.
- Hos noen selskaper har tidligere prosjekter vist at råoljeforurensning i oljebaserte borevæsker fra boring gjennom reservoarseksjoner, er fjernet etter behandling og før gjenbruk. Oppgraderingsprosessen og utluftinger før gjenbruk, fjerner de lette/flyktige komponentene.
- Gjenbruksandelen av borevæsker er fortsatt stigende. Operasjonelle tap til formasjon og tap av borevæskedeler i forbindelse med borekaks vedheng og forurensede volumer som må destrueres vil alltid være til stede.
- Sammensetning og tilsetninger til vannbaserte borevæsker har vært stabil uten de store endringene de siste årene.

1.1 Læring og erfaringsoverføring

Acona fikk innblikk i mange gode prosesser og tiltak, som fremmer positiv utvikling innen arbeidsmiljø for det enkelte selskap:

- I et av selskapene var det nedsatt en PVU (Personlig Verneutstyr) komité underlagt selskapets Arbeidsmiljøutvalg. Gruppen var sammensatt av helsefaglig personell og ansattrepresentanter, for å belyse krav samt behov fra brukere av utstyret.
- Et borevæskeselskap hadde utarbeidet arbeidsmiljørelatert spesifikasjoner for borevæskelaboratoriet på flyttbare og faste innretninger.
- Operatørselskaper inviterer borevæskeleverandørene til å komme med innspill i forbindelse med spesifisering av fremtidige løsninger for faste og flyttbare innretninger. Dette gjelder også forbedringer på arbeidsmiljøområdet
- Bevisst rotasjon (gjennom prosedyrer, rutiner, kontrakter, forfremmelser) av personell som er i kontakt med borevæsker.

2 Introduksjon

I innledende samtaler med selskapene var flere av den oppfatning av at det har vært marginale endringer de siste 15 årene. Det er korrekt at borevæskenes sammensetning har endret seg lite, men rammene og praksis er i kontinuerlig endring.

Når det gjelder vesentlige helseaspekter i forbindelse med bruken av oljebaserte borevæsker skjedde de store endringene og justeringene tilbake på 1980- og 1990-tallet, da diesel og andre oljebaserte produkter med relativ høy iboende helsefare ble benyttet som baseoljer i borevæskeblandinger. Disse baseoljene er nå helt borte fra norsk sokkel og er erstattet av raffinerte mineraloljer med lavt aromatinhold.

Det pågår mye forskning og utvikling på borevæskenes iboende helsefare ved forskningssentrene til borevæskeleverandørene. Tilbakemeldingen fra borevæskeselskapene er at Norge har en rolle som portåpner for nye kjemikalier på grunn av relativt strenge og formaliserte krav til både arbeidsmiljø og ytre miljø.

2.1 Bakgrunn for prosjektet

Petroleumstilsynet (Ptil) skal legge premisser for, og følge opp at aktørene i petroleumsvirksomheten holder et høyt nivå for helse, miljø, sikkerhet og beredskap og gjennom dette også bidra til å skape størst mulig verdier for samfunnet. Ptil skal gjennom egne tilsyn (og i samarbeid med andre tilsynsmyndigheter) sikre at tilsyn med petroleumsvirksomheten blir utført på en helhetlig måte.

Som et ledd i dette arbeidet, ønsket Ptil å øke kunnskapen om status på bruken av borevæsker på norsk kontinentalsokkel. Det var derfor ønsket å gjøre en kartlegging som;

- viser en oversikt over bruk av borevæsker på norsk sokkel
- beskriver og vurderer utviklingstrekk innen bruk av borevæsker, med spesiell vekt på forhold knyttet til iboende helsefareegenskaper

Ptil vil benytte resultater fra prosjektet i sitt formidlingsarbeid overfor industrien på møter og seminarer, og ellers i planlegging og gjennomføring av tilsynsaktiviteter.

2.2 Omfang og avgrensninger

Rapporten gir en oversikt over bruk av borevæsker og borevæskeskjemikalier på norsk kontinentalsokkel, samt en beskrivelse og analyse av utviklingstrekk de siste 10-15 årene med spesiell vekt på borevæskenes iboende helsefareegenskaper.

Arbeidsomfanget omfatter, i mindre grad, også tekniske og operasjonelle forhold som kan påvirke helserisiko.

Data og informasjon mottatt av selskapene har store variasjoner i detaljeringsgrad av det som ble etterspurt i vedlagt spørreskjema, Appendix A. Prosjektgruppen har ut ifra rådata mottatt fra selskapene, utarbeidet analyser og trender. Det må derfor tas i betraktning en usikkerhet basert på dette faktum.

I tillegg til denne rapporten er det utarbeidet en presentasjon som oppsummerer rapporten. Her er det lagt vekt på en grafisk fremstilling av resultatene.

Følgende elementer i tilknytning til dette prosjektet er i mindre grad en del av arbeidsomfanget:

- Aktivitetene brønntesting, komplettering, brønnoverhaling, brønnintervensjon og plugging og forlatelse av brønner.
- Kompletteringsvæsker, eller andre spesialvæsker i forbindelse med komplettering og brønnoverhaling (vaskevæsker, skillevæsker, behandlingsvæsker).
-
- Borevæske prosessanlegg, utstyr og løsninger for flyttbare innretninger og faste innretninger.
-

Ettersom det vanskelig lar seg gjøre å ha en dialog omkring borevæsker uten å komme innom de ovenfornevnte begrensningene, så er avgrensningene søkt behandlet i den grad de har indirekte helseeffekter på borevæske blanding og bruk.

Rapporten er utarbeidet uten å referere til operatørselskap, borevæskeselskap eller produktnavn. Dette er gjort for å skape en åpen dialog for informasjonsdeling, samt å ivareta interesser hos selskapene, som for noen er konkurrerende virksomheter.

2.3 Prosessen bak prosjektgjennomføringen

2.3.1 Arbeidsgruppen

Rapporten er utarbeidet av Acona i et tverrfaglig team med ulikt nedslagsfelt innen borevæsker. Teamet har vært sammensatt av følgende roller med tilhørende ansvarsområder:

- Prosjektleder
- Boreingeniør
- Bore- og kompletteringsvæskeingeniør
- Kjemiingeniør/HMS-rådgiver Boring og Brønn
- Yrkeshygieniker

Alle i teamet har mellom 15-40 års erfaring innen sine respektive ansvarsområder.

2.3.2 Kilder til informasjon

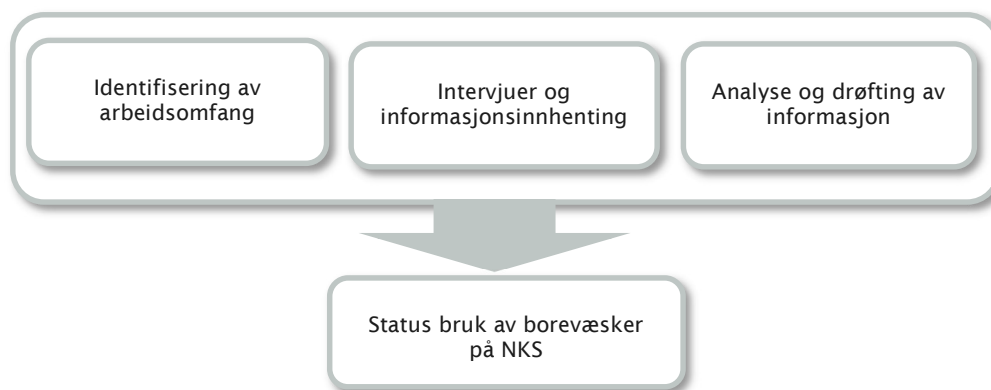
Følgende kilder er brukt som underlag for rapporten:

- Informasjon fra Ptil
- Samtaler/informasjonsinnhenting fra et representativt utvalg av borevæskeleverandører og operatørselskaper (tre fra hvert segment)
- Alle selskapene har i intervjuene stilt med operativt borevæskeansvarlig personell og personell med arbeidsmiljø og kjemikalier som arbeids- og ansvarsområder
- Offentlige rapporter og konferanser med innhold relevant for prosjektet
- Stoffkartotek
- Offentlig tilgjengelige studier

- Besøk på et representativt utvalg av borevæskeleverandørenes baser
- Referanseliste er vedlagt i Referanser.

2.3.3 Metode

Acona har benyttet følgende metode for gjennomføring av aktiviteter i prosjektet:



Figur 1 Metode for prosjektgjennomføring

Metoden benyttet er basert på lignende prosjekter og oppdrag utarbeidet av Acona, og fordelt seg som følger på et overordnet nivå:

- Identifisering av selskaper for samtaler og informasjonsinnhenting
- Identifisering av stillingskategorier i selskapene med relevans til prosjektets arbeidsomfang
- Avklaring og avgrensning av omfang for rapporten, samt grensesnitt mot andre studier/rapporter av relevans
- Statusmøter med Ptil
- Dokumentstudier, se referanseliste
- Etablere spørsmålsskjema for informasjonsinnhenting, i samråd med Ptil
- Koordinering av møter for informasjonsinnhenting, analysering og bruk av data
- Kartlegging av aktivitet på land/til havs med fokus på borevæskens livsløp
- Kartlegging av borevæskesystemer og borevæskekomponenter ut ifra et representativt utvalg i angitt tidsrom
- Besøk på anlegg for blanding av borevæske
- Telefon-/møteoppfølging for å sikre rask respons
- Verifikasjon av rapporten med erfarent operativt borepersonell
- Selskapene har fått spørsmål om det er noen andre elementer de ser i forbindelse med borevæskenes iboende helsefare enn de spørsmålstillingene som reises i Appendix A. Tilbakemeldinger er inkludert i rapporten

Prosjektet har vært gjennomført under stramme tidsrammer i november og desember 2019.

Acona vil gjerne takke selskapene som har tatt imot teamet og satt av tid og ressurser for å kunne bidra til utarbeidelsen av dette helhetsbildet i utviklingen av bruken av borevæsker på norsk sokkel.

Hver for seg arbeider selskapene med kontinuerlig forbedring og besitter kompetanse fra både inn- og utland, som er med på å påvirke og styre utviklingen i bruken av borevæsker på norsk sokkel.

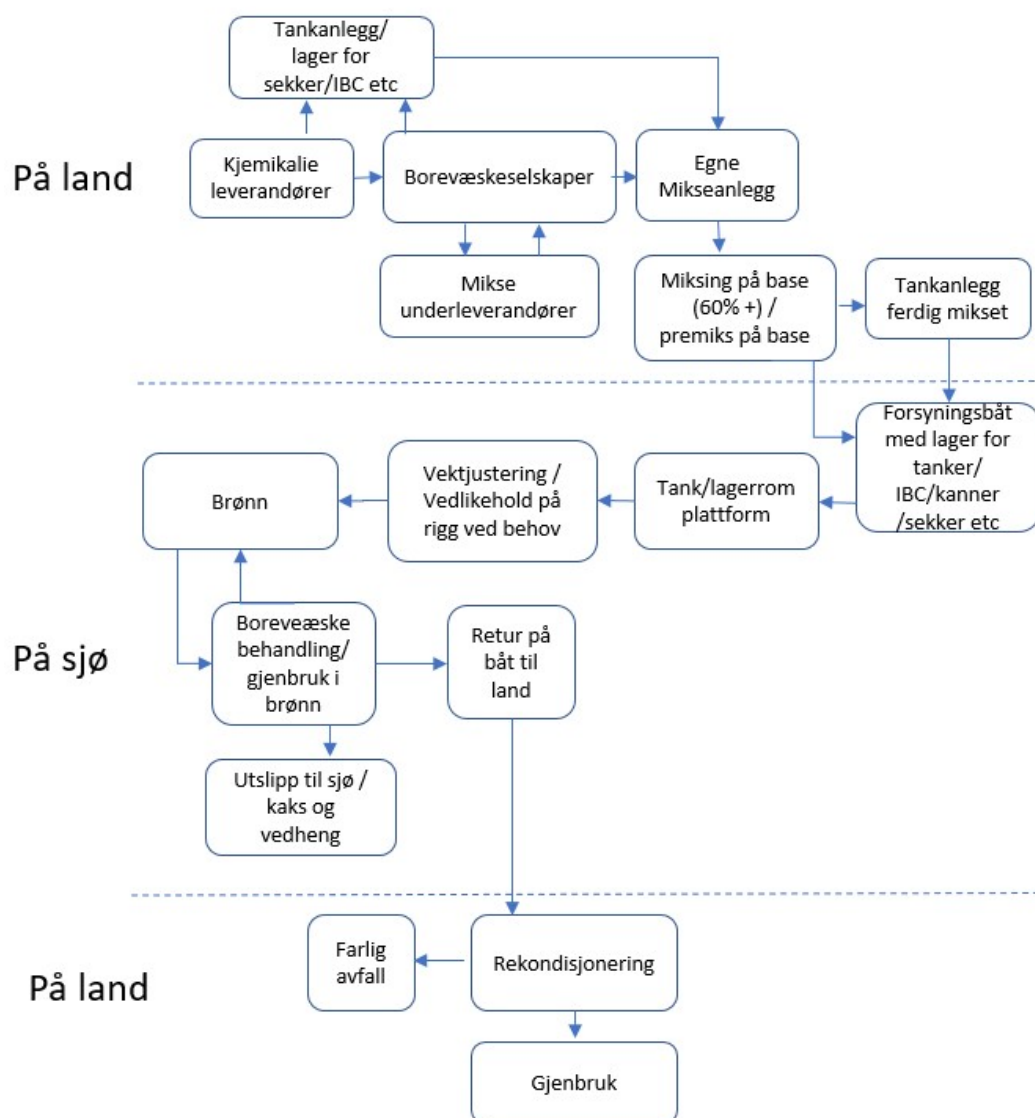
3 Oversikt bruk av borevæsker på norsk sokkel

Denne rapporten har ikke fokusert på borevæskens funksjoner i forbindelse med boring av lete- eller utvinningsbrønner.

Imidlertid er det klart at borevæsken har mange og essensielle tekniske og operative funksjoner. Borevæsken er kritisk for å oppnå formålene med brønnene, og ikke minst, sikkerhetsaspektene ved boreoperasjoner. Borevæsken er primærbarriere i forbindelse med brønnintegritet.

Noen av borevæskens funksjonsområder er; trykkkontroll, borehullstabilitet, borekakstransport, boreutstyrskjøling, informasjonsinnsamling, hydraulisk drivkraft for nedihullsutstyr, skillevæsker i forbindelse med sementering, etterlates i ringrom for kortere tidsrom eller i flere år.

Figur 2 under viser borevæskens livsløp, som omfatter prosessen på land, sjø og deretter på tilbake til land.



Figur 2 Flytskjema over borevæskens livsløp

3.1 Borevæsketyper

Tre hovedtyper borevæsker er i bruk på norsk sokkel:

- Vannbasert
- Oljebasert
- Syntetisk basert

De tre typene beskriver hva den primære fasen er i hvert system.

For vannbaserte borevæsker vil vann (ferskvann, sjøvann eller saltlake) være primærfasen. Vannbaserte systemer benyttes i de øvre seksjonene i en brønn, og ofte for hele brønnen (spesielt letebrønner).

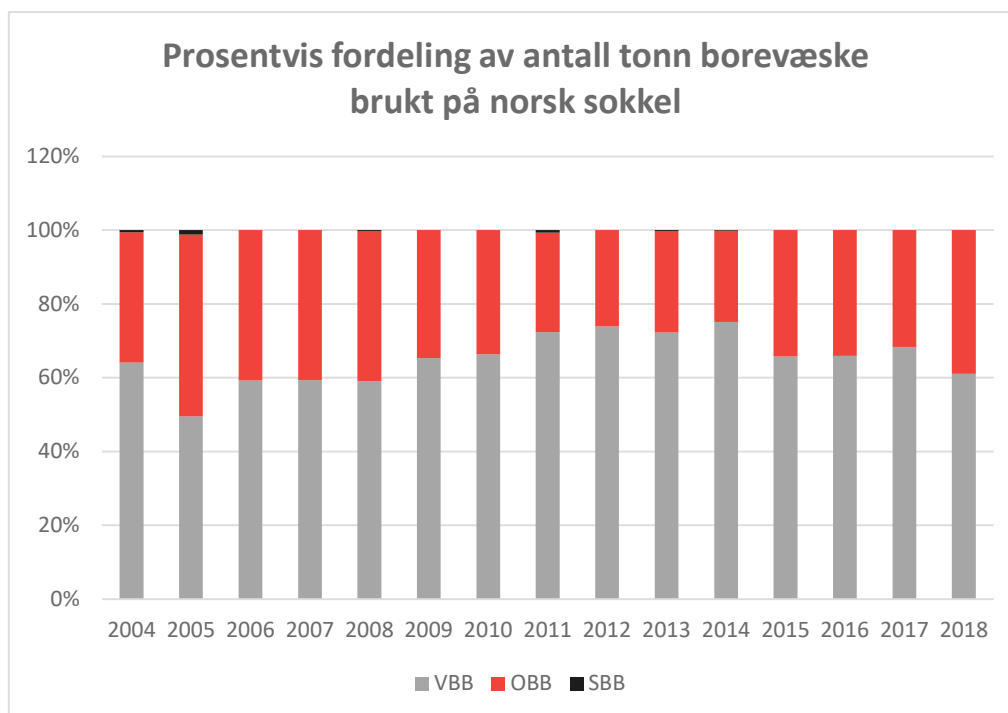
For oljebaserte borevæsker vil olje (basert på ester eller olefiner) være primærfasen. Oljebaserte systemer benyttes som oftest i de lange og dype seksjonene, da disse seksjonene krever ofte andre tekniske krav til væsken, enn hva vannbaserte systemer kan gi.

For syntetisk baserte borevæsker er primærfasen syntetisk. Syntetisk baseolje brukes i dag i svært liten grad. Den brukes av og til i reservoar seksjoner for at borevæskelogger skal kunne skille råoljen fra oljen i borevæsken i undersøkelser av borekaks. Syntetiske baseoljer kan ha sterk lukt og gi personell hodepine og kvalme, i tillegg til å være kostnadsdrivende.

I tillegg til primærfasen, vil alle tre systemene bestå av andre kjemikalier og væsker for å gi borevæsken helt spesifikke egenskaper for å oppfylle brønncrav. Disse tilsetningsstoffene gir blant annet følgende egenskaper;

- Tetthet
- Viskositet
- Filtertapskontroll
- Forhindring av leiresvelling
- Temperaturstabilitet

Det tilsettes også andre kjemikalier for å forhindre korrosjon, unngå forråtnelse, gi bedre smøring, osv.



Graf 1 Prosentvis fordeling av antall tonn borevæske brukt på norsk sokkel

Det er i hovedsak vannbasert og oljebasert borevæsker som blir brukt. Syntetiske borevæsker har vært lite i bruk de siste 15 årene, som det kommer frem i Graf 1. Volumer er listet i Tabell 1 og 2.

3.2 Borevæskesystemer

Bruk og utviklingstrekk innen de ulike borevæskesystemene kan grovt deles inn på følgende måte:

Før 1979:

- I hovedsak bruk av vannbaserte system.

Fra 1979 til 1984:

- Mye bruk av dieselbaserte oljebaserte systemer (aromatinnhold >15 %).

Fra 1985 til 1997:

- Bruk av lavaromatiske mineraloljer (aromatinnhold 1-10 %).
- I en periode på nittitallet ble en del syntetiske baseoljer brukt - såkalt syntetisk basert borevæske. Bakgrunnen for dette var at regelverket tillot dumping av borekaks som var blitt utboret med syntetisk baseolje dersom vedheng av olje var mindre enn ti prosent. For vanlig oljebasert slam ble grensen for vedheng satt til en prosent i 1993. Da regelverket ble endret tidlig på 2000-tallet, fra ti til en prosent oljevedheng også for syntetiske oljer, gikk alle selskapene tilbake til oljebasert boreslam. Dette skyldes at det ikke er mulig å få vedheng under en prosent ved hjelp av siktemaskiner og i tillegg er syntetisk baseolje mye dyrere enn vanlig baseolje.

Fra 1998:

- Kun bruk av ikke-aromatiske baseoljer (aromatinnhold < 0,01%)

Den trinnvise reduksjonen av aromatinnhold i baseoljer har medført en reduksjon i oljens iboende helsefareegenskaper. Dette begrunnes med at eksponering for aromatiske forbindelser i all hovedsak medfører en høyere helserisiko sammenliknet med øvrige forbindelser (alifatiske forbindelser) som en typisk baseolje består av i dag.

Innenfor vannbaserte systemer har det ikke blitt avdekket endringer som i vesentlig grad påvirker helse og miljø.

3.3 Borevæskekomponenter

Typiske komponenter i et borevæskesystem vil være:

Vannbasert:

- Vektmateriale – eks: barytt og ilmenitt
- Viskositetsdanner – eks: bentonitt og polymer
- pH-justering – eks: sitronsyre og kalk
- Filtertapsreduserende middel – eks: polymer og PAC (PolyAnionicCellulose)
- Leirskiferinhibitor – eks: glykol og KCl
- Vannfase (ferskvann, sjøvann eller saltlake)

Oljebasert:

- Vektmateriale – eks: barytt og hematitt
- Viskositetsdanner – eks: organofil leire (behandlet med aminogruppe) for å dispergeres i olje-/vannfasen og emulgatorer
- pH-justering – eks: kalk
- Filtertapsreduserende middel – eks: emulgatorer
- Fuktemiddel – eks: emulgator (brukes for å oljefukte faste partikler som leire og barytt for at de skal kunne blandes i olje-/vannemulsjonen)
- Baseolje og iblandet vann - avhengig av olje-vann forholdet

Syntetisk:

For syntetisk oljebasert system vil det være de samme komponentene som man finner i et vanlig oljebasert system - kun forskjell i type baseolje.

3.4 Andre typiske tilsetningsstoffer

I tillegg til de nevnte komponentene i de ulike borevæskesystemene (Avsnitt 3.3) så finner man også andre tilsetningsstoffer - litt avhengig av type egenskaper man ønsker væsken skal ha.

- Skumdemper for å unngå skum ved blanding
- Salt for å regulere vannaktiviteten
- Biocider for å forhindre forråtnelse (sjeldent i borevæsker i bruk)
- Korrosjonshemmer for å unngå korrodering av utstyr

3.5 Årlige mengder/volum siste 15 år

De siste femten årene, på norsk sokkel, har totalforbruket av borevæsker vært nesten syv millioner tonn. Dette volumet fordeler seg på alle tre borevæskesystemene, dog hovedsakelig på vann- og oljebaserte borevæsker.

Tabell 1 Volum borevæsker 2004-2011

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
VBB	239 889	219 126	267 310	265 754	265 668	412 719	290 684	316 379
OBB	132 062	217 852	183 702	182 364	183 225	219 217	147 447	118 305
SBB	2 298	5 303	0	0	968	0	0	2 888
Totalt	374 249	442 281	451 012	448 118	449 861	631 936	438 131	437 572

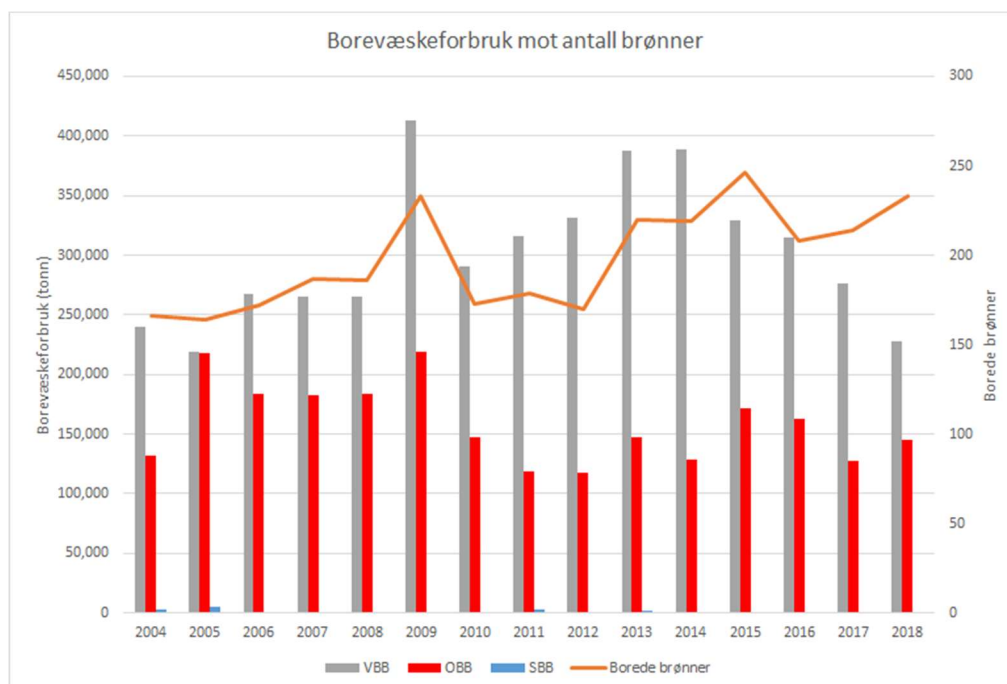
Ref/9/ og /10/

Tabell 2 Volum borevæsker 2012-2018, inkludert totalt volum tabell 1 og 2

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
VBB	331 820	387 426	388 739	328 851	314 729	275 906	227 743	4 532 743
OBB	117 308	147 487	128 187	171 386	162 460	127 693	145 138	2 383 833
SBB	0	1 444	816	0	0	0	0	13 717
Totalt	449 128	536 357	517 742	500 237	477 189	403 599	372 881	6 930 293

Ref/9/ og /10/

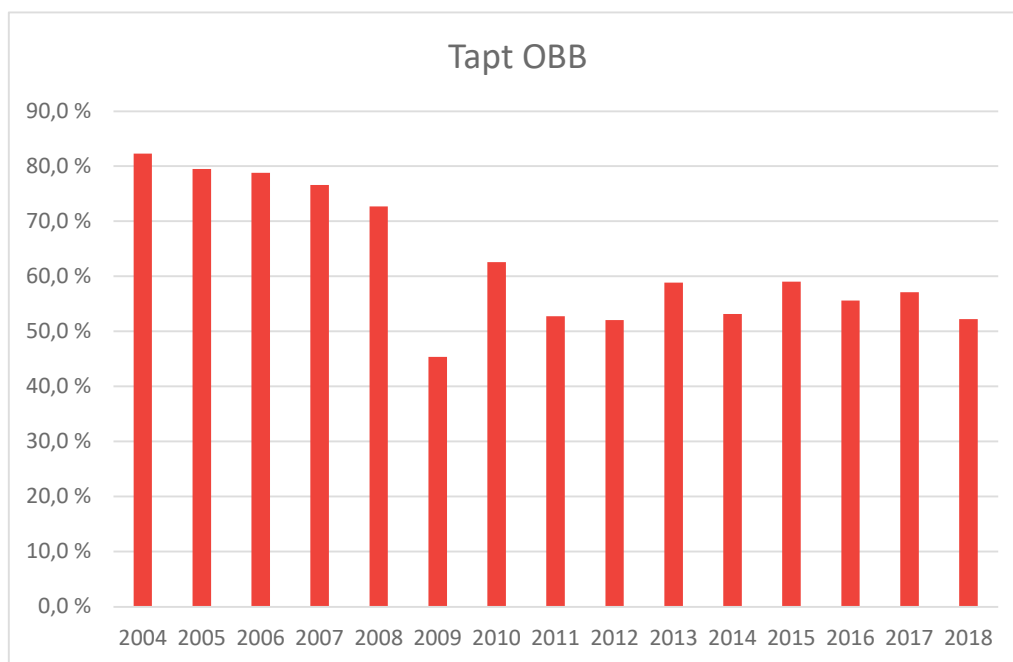
Graf 2 viser at på tross av et jevnt økende antall brønner, går forbruket av oljebasert borevæske i tonn ned fra tidlig 2000-tallet til sent 2010-tallet. De siste fem årene har forbruket av oljebasert borevæske korrespondert med antall brønner boret. I samme periode har forbruket av vannbasert borevæske har blitt redusert på tross av aktiviteten. En forklaring på dette kan være økt fokus på gjenbruk, og redusere kost av boringen. Syntetiske borevæsker har ikke vært i bruk etter 2014.



Graf 2 Forbruk i tonn per år for de forskjellige borevæsketypene

Graf 3 viser at de siste fem til ti årene er mindre andel av oljebasert borevæske tapt til formasjon, injisering og/eller vedheng på kaks. Det samsvarer godt med at det er blitt en økning i gjenbruksgraden av oljebasert borevæske de siste årene. Årsaken skyldes nok først og fremst større gjenbruksfokus og bedre og mer effektive siktemaskiner som reduserer tap av borevæske til kaks.

Det er viktig å poengtere at borevæskeselskapene opererer med høyere gjenvinningsprosent, enn de som er oppgitt i Tabell 7. Dette skyldes at de beregner gjenvinningsgrad ut ifra det de mottar i retur. Derfor vil de ofte oppgi gjenbruk i området 80-95% for gjenbrukt oljebasert borevæske. Gjenvinningsgraden har økt de siste årene og er nå på et nivå som vanskeligere lar seg forbedre. Kostnadsbesparelse er den store drivkraften for å gjenbruke mest mulig av den oljebaserte borevæsken.

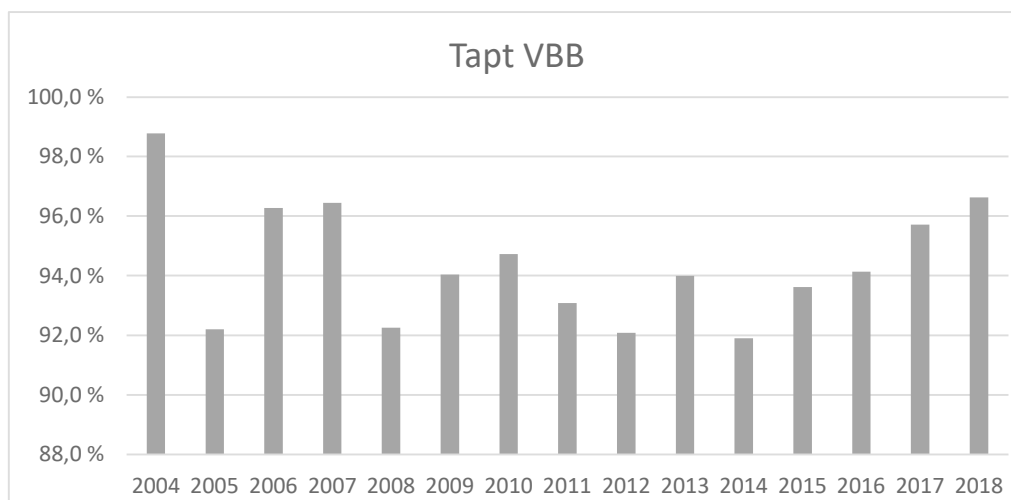


Graf 3 Oljebasert borevæske tapt til formasjon, injisering eller vedheng til kaks

Ref/9/ og /10/

Graf 4 viser et stabilt tap av vannbaserte borevæsker til formasjon, injisering og/eller vedheng på kaks de siste 15 årene. Med tanke på at totalforbruket har gått ned, og at flere brønner blir boret, kan det tilsa at borevæsken blir gjenbrukt flere ganger på installasjonene før den tapes.

Også her er det viktig å poengtere at borevæskeselskapene oppgir høyere gjenbrukstall, enn det som oppgis i Tabell 7, grunnet beregning ut ifra det de mottar tilbake til land. Gjenbruk av vannbasert borevæske har ikke like stort fokus som for oljebasert borevæske, grunnet kostnadsnivået. Det blir ofte gitt utslippstillatelse for vannbasert borevæsker, noe som er det mest kostnadseffektive metoden og kvitte seg med borevæskene på etter at den har utspilt sin rolle.



Graf 4 Vannbasert borevæske tapt til formasjon, injisering eller vedheng til kaks

Ref/9/ og /10/

3.6 Borevæskebruk i ulike seksjoner av brønnen

3.6.1 Brønnseksjoner

En brønn gjennomføres i seksjoner.

Topp hull seksjonen, 36" seksjonen:

- Topp hull seksjonen bores stort sett uten retur av borevæske til flyttbar innretning eller fast innretning. Da brukes som regel sjøvann og oppstartsborevæske. Oppstartsborevæske er en blanding av ferskvann, bentonitt og kalk/natriumkarbonat. Lengden på den første seksjonen ligger som regel mellom 50-150 meter og er nesten alltid vertikal. Deretter plasseres et lederør i hullet, oftest 30", og støpes fast.

Overflateforingsrøret, 26" seksjonen:

- Neste seksjon, for overflateforingsrøret, bores som regel med 26" borekrone og går til dyp mellom 300 og 1200 meter. Denne seksjonen bores også stort sett med sjøvann og oppstartsborevæske – og oftest uten retur til flyttbar innretning eller fast innretning. En 20" overflateforingsrør kjøres oftest deretter ned og sementeres fast. Deretter kjøres utblåsningsventil og borestigerør ned og monteres på brønnhodet (toppen av lederør og overflateforingsrøret).

Mellomseksjonen, 17 ½" seksjonen:

- Neste seksjon vil som regel bli boret med en diameter på 17,5" og kalles for mellomseksjonen. Her vil man nesten alltid benytte borevæske med retur til og vedlikeholdsbehandling på flyttbar innretning. Stort sett bores denne med vannbaserte borevæskesystemer, men i enkelte områder med komplisert formasjon benyttes det allerede fra dette nivået oljebasert borevæske. Dybden på denne seksjonen kan variere mellom 1500-3000 meter. I denne seksjonen begynner man å bygge vinkel - hvis behov. Deretter kjøres som regel et 13 3/8" foringsrør og sementeres.

Produksjonsforingsrøret, 12 ¼" seksjonen:

- Neste seksjon bores som regel for produksjonsforingsrøret og bores med 12 1/4" diameter og fores med 9 5/8" foringsrør. Denne seksjonen skal som oftest ta brønnen til toppen av reservoaret. Dyden på denne seksjonen ligger ofte i området 2000 til 4500 meter. Denne seksjonen blir ofte boret med oljebasert borevæske på norsk sokkel, spesielt på høyavviksuttvinningsbrønner. Dette skyldes bedre tekniske egenskaper i form av høyere penetrasjonsrate og ofte bedre hullrensing. Med andre ord, mindre muligheter for hullproblemer og potensiell nedetid for den flyttbare innretningen.

Reservoarseksjonen, 8 ½" seksjonen:

- Neste, og oftest siste, seksjon er reservoarseksjonen. Diameter her vil ofte være 8 ½" og fores oftest med et 7" forlengelsesforingsrør. Denne seksjonen kan også ofte være horisontal og varierer svært mye i lengde, opptil flere kilometer.
- Her brukes det en innboringvæske som borevæske. Dette kan være både olje- og vannbasert borevæske. Borevæsken må være tilpasset reservoarformasjonen slik at den ikke skader reservoaret (les: skader produktiviteten).

3.6.2 Brønngometri

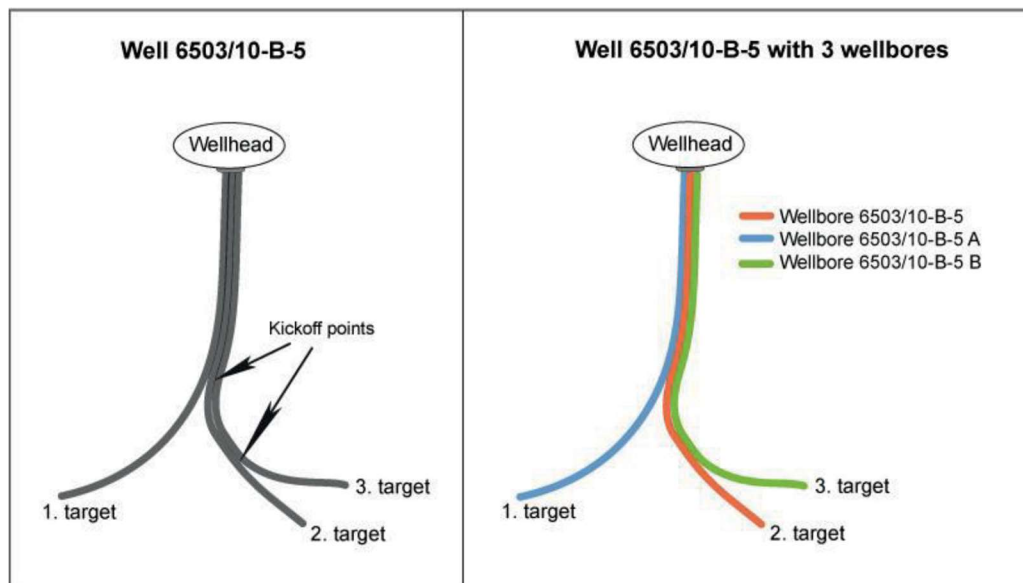
Det bores ofte lengre og mer kompliserte brønner i dag, enn for 15 år siden. Dette skyldes bedre boreutstyr og prosedyrer, samt bedre retningsborings- og grenbrønnsteknikker.

En utfordring med lange horisontale reservoarseksjoner er at borevæsken har lengre kontakttid og utboret volum med råoljen i brønnen, samt høyere temperatur. Dette vil gi en væske i retur med spor av råolje (les: aromatinnhold) samt større avdamping over siktemaskinene. Dette løses ofte ved å bruke borevæskeskjølere for å senke temperaturen på væsken som kommer i retur – noe som vil gi mindre avdamping. En borevæskeskjølere vil også bidra til å ivareta temperatursensitivt utstyr som brukes i brønnen. En borevæskeskjølere er først og fremst installert for å ivareta borevæskens egenskaper og av tekniske årsaker, og ikke arbeidsmiljø. Den installeres stort sett etter siktemaskinene, for å unngå at kaks kommer inn i utstyret (fine lameller). Borevæskeskjølere vil likevel ha en positiv effekt, da den totale sirkulasjonstemperaturen vil bli lavere. I tillegg er de fleste siktemaskinene i dag delvis lukket og med avtrekk. Reduksjon av råoljetilførsel til borevæsken, gjøres ved å bore med overtrykk i borevæsken. Utboret volum vil uansett inneholde råolje.

En brønn kan bestå av en eller flere brønnbaner og ha et eller flere endepunkter. Brønnbanen angir plasseringen av brønnen fra et endepunkt til brønnhodet.

Et multilateralt brønnhull, som vist i figur 3 og 4, har mer enn en brønnbane som stråler fra hovedbrønnhullet. I motsetning til sideborede brønner der den første bunnseksjonen er plugget tilbake før et sidespor blir boret, har multilaterale brønnhull mer enn et brønnhull åpent samtidig.

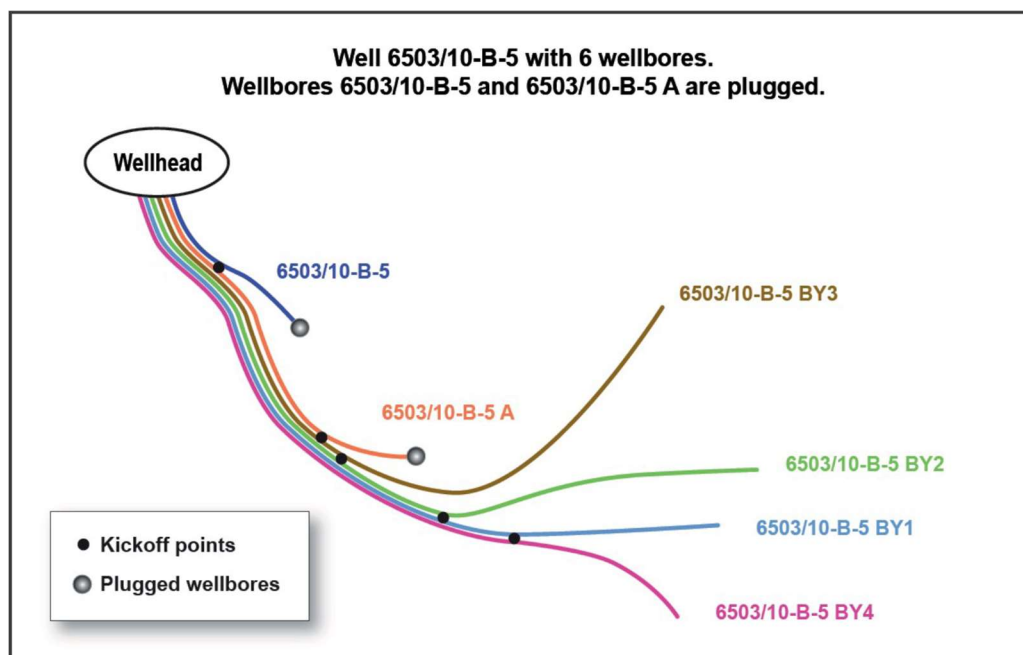
Forskjell mellom ulike brønnbaner:



Figur 3 Brønndesign 1

Referanser

Multilateralt brønnhull:



Figur 4 Brønndesign 2

Referanser

3.6.3 Typisk forbruk av borevæsker

Forbruk av borevæsker vil være ulik fra brønn til brønn, på grunn av forskjell på lengder, geologi og andre forhold. Men på et generelt grunnlag kunne forbruk av borevæsker fordele seg som her beskrevet:

Letebrønn:

For en typisk letebrønn, med en lengde på rundt 3250 meter, med seksjonslengder i området 60 m (lederør), - 1000 m - 1500 m - 500 m (forlengelsesforingsrør), Vil typisk forbruk av borevæske være 480 m³ (oppstartsborevæske) - 130 m³ (OBB) - 120 m³ (OBB) - 40 m³ (OBB - innboringsvæske).

Dvs at total mengde borevæske, for en letebrønn, kan ligge i størrelsesorden 700 til 900 m³.

Produksjonsbrønn:

For produksjonsbrønner vil væskevolumet stort sett være en god del høyere. Det er reservoarsonen som ofte er mye lengre enn for vertikale letebrønner, og kan være på flere tusen meter.

3.6.4 Typiske seksjonslengder og varighet

Tidsforbruket og seksjonslengdene i eksemplene under er veiledende. De kan variere fra brønn til brønn, med til tider store variasjoner grunnet operasjonelle utfordringer. Data her er hentet fra erfaringer basert på brønner boret av Acona Well Management Team.

I Norge bores det for tiden cirka 50 relativt standard letebrønner per år, og cirka 150 utvinningsbrønner av mange forskjellige typer hvert år.

Borevæskesirkulasjonstiden er det ordet beskriver, tiden der pumpene går og borevæskens sirkuleres i hullet. Flate partier er vanligvis beskrivelse av tiden når en ikke borer, men driver forberedende arbeider, testing av utstyr, kjøring av foringsrør, logging av brønnen og lignende.

3.6.4.1 Standard letebrønn

Borevæskesirkulasjonstid for en enkel 3000 meters letebrønn på å 150 meters vandyp med temperaturspenn på total dybde fra 80-110 °C.

Bores som regel utelukkende med vannbaserte borevæsker.

Merk: totaltid for brønnen er høyere enn borevæskesirkulasjonstid, da de såkalte flate partiene i brønnen kan ta mer tid enn selve boretiden.

Tabell 3 Borevæskesirkulasjonstid standard letebrønn

	Seksjonslengde, m	Tidsforbruk, dager	Variasjon, meter	Borevæske
36" seksjonen	60	1	Standard	Sjøvann/ Oppstartsborevæske
26" seksjonen	500	3	Variasjon 300-800m	Sjøvann/ Oppstartsborevæske
17 ½" seksjonen	940	3	Variasjon 0-1500m	Vannbasert borevæske
12 ¼" seksjonen	1300	6	Variasjon 500- 1500m	Vannbasert borevæske
8 ½" seksjonen	200	2	Variasjon 100-400m	Vannbasert borevæske
6" seksjonen			Sjelden	
Totalt	3000	15		

3.6.4.2 HPHT letebrønn

Borevæskesirkulasjonstid for en HPHT 5000 meters letebrønn på 150 metersvanndyp

Bores nesten utelukkende med vannbaserte borevæsker.

Merk: totaltid for brønnen er høyere enn borevæskesirkulasjonstid, da de såkalte flate partiene i brønnen kan ta mer tid enn selve boretiden.

Tabell 4 Borevæske sirkulasjonstid HPHT letebrønn

	Seksjonslengde, m	Tidsforbruk, dager	Variasjon, meter	Borevæske
36" seksjonen	60	1	Standard	Sjøvann / Oppstartsborevæske
26" seksjonen	800	4	Variasjon 600-1000m	Sjøvann / Oppstartsborevæske
17 ½" seksjonen	1500	6	Variasjon 1000-1500m	Vannbasert/ oljebasert borevæske
12 ¼" seksjonen	2440	15	Variasjon 1500-1500m	Vannbasert/ oljebasert borevæske
8 ½" seksjonen	200	10	Variasjon 100-400m	Vannbasert/ oljebasert borevæske
6" seksjonen			Sjelden	Vannbasert/ oljebasert borevæske
Totalt	5000	36		

3.6.4.3 Enkel utvinningsbrønn

Borevæske sirkulasjonstid for en enkel utvinningsbrønn medsidesteg i reservoaret, vanddyb 150 meter.

Bores nesten alltid med oljebaserte borevæsker.

Merk: totaltid for brønnen er høyere enn borevæskesirkulasjonstid, da de såkalte flate partiene i brønnen kan ta mer tid enn selve boretiden.

Tabell 5 Borevæske sirkulasjonstid for en enkel utvinningsbrønn

	Seksjonslengde, m	Tidsforbruk, dager	Variasjon	Borevæsker
36" seksjonen	morbrønn	0		
26" seksjonen	morbrønn	0		
17 ½" seksjonen	morbrønn	0		
12 ¼" seksjonen	morbrønn	0		
P&A opprinnelig spor	Klargjøring nytt spor	10	Variasjon 5-30 dager	Vannbasert/oljebasert borevæske
8 ½" seksjonen	500	5	Variasjon 100-400m	Vannbasert/oljebasert borevæske
6" seksjonen			Sjelden	Vannbasert/oljebasert borevæske
Totalt	500	15		

3.6.4.4 Avansert utvinningsbrønn

Borevæskesirkulasjonstid for en avansert utvinningsbrønn, boret fra start, sideboret (deviert) med 2 greiner i reservoaret, vandyp 150 meter.

De første to seksjonene bores stort sett med vannbaserte borevæsker, 17 ½" seksjonen i økende grad med oljebaserte borevæsker, og de to nederste seksjonene bores nesten alltid med oljebaserte borevæsker. Bare ett felt har blitt gode på å bore de nederste lange seksjonene med vannbaserte borevæsker.

Merk: totaltid for brønnen er høyere enn borevæskesirkulasjonstid, da de såkalte flate partiene i brønnen kan ta mer tid enn selve boretiden.

Tabell 6 Borevæske sirkulasjonstid for en avansert utvinningsbrønn

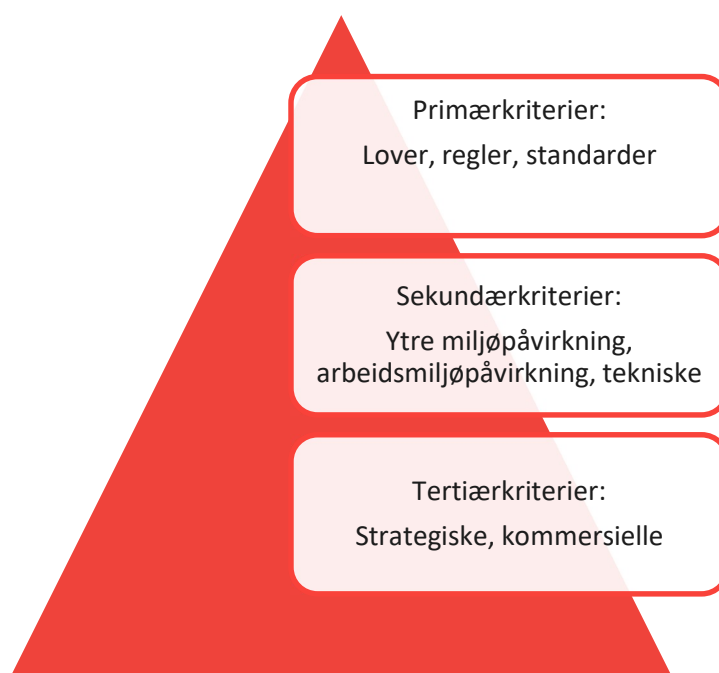
	Seksjonslengde, m	Tidsforbruk, dager	Variasjon	Borevæske
36" seksjonen	60	2	standard	Sjøvann / Oppstartsborevæske
26" seksjonen	500	4	Variasjon 300-800m	Sjøvann / Oppstartsborevæske
17 ½" seksjonen	1100	6	Variasjon 600-1500m	Vannbasert/ oljebasert borevæske
12 ¼" seksjonen	1300	10	Variasjon 800-2500m	Vannbasert/ oljebasert borevæske
Første 8 ½" seksjon	1500	15	Variasjon 100-3000m	Vannbasert/ oljebasert borevæske
Andre 8 ½" spor	1500	15	Variasjon 100-3000m	Vannbasert/ oljebasert borevæske
6" seksjonen			Sjelden	Vannbasert/ oljebasert borevæske
Totalt	5960	52		

3.7 Kriterier for valg av borevæskesystemer, selskapenes policy

Kriteriene for valg av borevæsker er innhentet i forbindelse med samtalene med borevæskeselskapene og operatørselskapene. Begge parter er opptatt av at borevæskens tekniske og operative funksjoner skal ivaretas på en optimal måte. Men det fortas en også andre viktige avveininger og prioriteringer før valg av borevæske.

3.7.1 Generelle kriterier for valg av borevæske systemer

Selv om det ikke alltid er et skarpt skille kan generelle kriterier for valg av borevæske systemer deles inn i primær-, sekundær - og tertiærkriterier illustrert slik:



Figur 5 Inndeling av kriterier for valg av borevæskesystem

3.7.1.1 Primærkriterier

Det er en felles oppfatning hos selskapene at primærkriteriet for valg av borevæskesystemer er at det oppfyller alle krav fra lover, regler og industristandarder.

- Miljøhensyn - hvilke borevæsker kan slippes til sjø, med liten eller ingen behandling
 - Regelverk
 - Lisenskrav
 - Lokal flora og fauna, fiskeri-interesser
- Helsemessige hensyn – hvilke tilsetningsstoffer i borevæsken har negativ påvirkning på helsen til personellet som er involvert og påvirket
 - Korttids- og øyeblikkseffekter
 - Potensielle langtidsskader, allergier

3.7.1.2 Sekundærkriterier

Borevæskeselskapene er av den oppfatning at hensynet til ytre miljø trekkes frem som et viktig styrende kriterium for bransjen. Kjemikalier til bruk i borevæskesystem og som tilsetningsstoffer velges ut ifra tekniske/operasjonelle/brønnintegritetshensyn blant de produktene som av myndighetene godkjennes til bruk ut fra et ytre miljøperspektiv. Arbeidsmiljøkompetanse involveres ikke på dette tidspunkt. Yrkeshygienisk kompetanse involveres først når valgte kjemikalier skal godkjennes for bruk på den aktuelle innretningen. Det er i denne fasen mulig å forby enkelte kjemikalier dersom kjemikaliers iboende helsefaren vurderes som uakseptabel.

Borevæskeselskapenes forskningsavdelinger vektlegger arbeidsmiljøfaktorer i tillegg til ytre miljø ved utvikling av nye, og optimalisering av eksisterende produkter. Flere av operatør- og borevæskeselskapene opplever at Norge har strengere krav til kjemikaliers iboende egenskaper med hensyn til både ytre miljø og arbeidsmiljø, sammenliknet med øvrige oljeproduiserende nasjoner. Som en tommelfingerregel kan en si at borevæskeskjemikalier som er akseptert benyttet i Norge også er akseptert i øvrige land.

3.7.1.3 Tertiærkriterier

Når sekundærkriteriene er oppfylt vil andre valgkriterier ligge til grunn, til eksempel:

- Strategiske og kommersielle forhold, for eksempel et ønske om å opprettholde flere levedyktige tilbydere på det norske markedet.
- Balanserte økonomiske kriterier i forhold til maksimal gjenbruk og minimering av deponerings- og destruksjonskostnader.

Selv om operatørselskapene kan ha vannbasert som sitt overordnende strategiske og miljømessige ønske, så blir valgprosessen oftest avgjort av hvilke egenskaper bergformasjonene og brønnen krever i et kost/nytte perspektiv.

Borevæskesystemer og produkter kan ha en miljømessig fordel, men blir valgt bort av økonomiske årsaker.

Erfaringsmessig benyttes det ofte oljebasert borevæske for mer kompliserte høyvinkelbrønner, selv om seksjonen(e) kunne vært boret med vannbasert væske. To grunner som ofte er avgjørende, er;

1. Hurtig borehastighet gir lavere kostnader i forbindelse ved leie av rigg
2. Bedre teknisk borehullstabilitet gir lavere brønnproblematikk (les: reduserte kostnader)

Det overordnende kostnadsbildet med akseptabel miljøpåvirkning er en viktig drivkraft, selv om alternativ for mer miljø- og helsemessig alternativ (som til eksempel vannbasert borevæske) kunne blitt valgt. I tillegg vil detaljkompetanse og lang erfaring spille inn, noe som for enkelte felt gir avvik fra normalen.

3.7.2 Tekniske og kommersielle kriterier

Spesifisering og valg av borevæsker er en omfattende og viktig nøkkelprosess. Borevæsken har som regel en eller annen interaksjon med alle involverte systemer i forbindelse med boringen av en brønn. På dette nivået vil en være ute etter den borevæsken som fungerer best operasjonelt og koster minst.

I denne rapporten fokuserer vi på boreoperasjoner, og legger ikke så stor vekt på borevæskens egenskaper under kompletteringsfasen, produksjon, brønnoverhaling, brønnintervensjon eller plugging og forlatelse av brønner. I noen av disse tilfellene er borevæsken plassert bak foringsrør, men i andre tilfeller operativt involvert i aktiviteten.

I forbindelse med de fleste anskaffelser i oljebransjen vil kriteriene for valg av borevæskesystemer være basert på:

- Tekniske kriterier, primært borehullsstabilitet
- Kommersielle/økonomiske kriterier, primært kostnader

Når beslutningen basert på disse to kriteriene blir fraveket, er det ofte basert på strategiske kriterier. Eksempler på strategiske kriterier er:

- Utpøring av nye løsninger for fremtidig bruk
- Miljøaspekter som trumfer andre tekniske parametere og kostnader

Innenfor hvert av disse vil der være logiske undergrupperinger som tekniske og økonomiske kriterier.

3.7.3 Operatørselskapenes kriterier

Operatørselskapene legger til grunn ulike kriterier i sitt arbeid med borevæsker. Blant annet har et selskap innført krav om bruk av standard baseolje som tilfredsstiller følgende tre betingelser med tilhørende spesifikasjoner:

1. Flammepunkt
2. Viskositet
3. Aromatinnhold

Andre benytter også såkalte Headspace tester som er en metode for å definere hvor volatil en oljetype er for avdamping av gasser.

Helsefareegenskaper skal vurderes ved valg av borevæskesystem, gjennom operatørselskapenes egne retningslinjer og styringssystemer for kjemikalieaksept.

I kontraktene med leverandør ligger det inne krav til dokumentasjon av kjemikaliers helsefare. Alle kjemikalier i bruk skal aksepteres av operatørselskap før bruk.

Et av operatørselskapene har valgt å klassifisere baseoljer og oljebasert borevæsker opp til helsefareklasse 4. Bakgrunnen for dette er at selskapet har interne krav om at det skal utføres risikovurdering og utarbeides verneinstruks for produkter i helsefareklasse 4 og høyere. Ved å sette krav til risikovurdering og verneinstruks for bruk, vil helserisiko for utførende personell bli flagget og ivaretatt på en bedre måte, spesielt med hensyn til potensiell høy eksponering for blant annet oljetåke og oljedamp ved behandling av varm borevæske i sikteområder og ved mudpit.

Operatørselskapene har ikke nødvendigvis skriftlige retningslinjer som innebærer at yrkeshygienisk kompetanse kobles inn i forkant ved valg av

borevæsker. Denne kompetansen kobles imidlertid inn når borevæsken ønskes godkjent for bruk i etterkant, gjennom egne systemer og prosesser.

3.7.4 Borevæskeleverandørens kriterier

De få endringer i baseoljer har ikke hatt noen effekt på iboende helsefare, bare noe variasjon i flyktighet. Økt flyktighet kan imidlertid gi høyre avdamping og høyere eksponering for personell.

En medvirkende årsak til at produkter har gått ut av bruk i samme tidsperiode, er også på grunn av REACH-regelverket og medfølgende kostnad forbundet med registrering av kjemikalier.

REACH-kvalifisering gjennom ECHA er kostbart for nye kjemikalier, og selve regelverket blir derved en liten bremsekloss i seg selv, spesielt for produkter som utvikles av en enkelt part og som benyttes i små volumer, der inntjeningen i forhold til sertifiserings kostnadene er usikker.

3.7.5 Operatørselskapenes involvering av borevæskeleverandørene

Operatørselskapene involverer borevæskeleverandørene i forskjellig grad, ofte ut fra hvilken fagkompetanse og organisasjon de selv har til rådighet.

Store operatørselskap har i mindre grad samme behov for fagkompetanse som et lite og nytt operatørselskap.

For noen operatørselskap er borevæskeleverandøren en av mange leverandører på linje med andre i prosjekt, og kvalifiseres og følges opp på konvensjonell måte med kontrakt og møter.

Noen av selskapene benytter «*Integrerte tjenester*», der en representant fra borevæskeselskapet gjerne stiller med en service- og kontraktskoordinator i operatørselskapets organisasjon, og er tilgjengelig på full tid. Integrerte kontrakter med tredjepart skal være med på å sikre en mer helhetlig leveranse. Tidligere kunne en boreoperasjon bestå av flere underleverandører med ulike behov og agenda inn mot samme prosjekt. I dag er det mer vanlig med en helhetlig (integrert) leverandør som dekker flere områder i prosjektet. Leverandørene har delte meninger om hvor positive effekter dette har på de enkelte leveransene, spesielt med tanke på underforståtte drivkrefter som flerfaglighetskrav, reduksjon av antall stillinger, flytte personell fra flyttbar innretning til land.

Enkelte operatørselskaper benytter alliansemodellen, som tilsier en enda tettere integrering og ansvar for at borevæsketjenesten skjer i henhold til lover og regler, operatørselskapets krav, samt 100 % tilstedeværelse i operatørselskapets prosjektorganisasjon. I denne modellen blir mye delegert, inkludert forventning til kontinuerlig forbedring.

Operatørselskapene kvalifiserer i mindre grad faste og flyttbare innretninger for å kunne benytte OBB på en optimal måte med hensyn på arbeidsmiljø. Ved inntak av nye flyttbare innretninger, samt ved bruk av eksisterende flyttbare innretninger, ivaretas eventuelle utfordringer relatert til arbeidsmiljø i etterkant gjennom arbeidsmiljø kartlegginger med tilhørende risikoreduserende tiltak.

Ett av operatørselskapene har egne spesifikasjoner for flyttbare innretninger og faste innretningers borevæskelaboratorier. Det samme selskapet har også nylig invitert borevæskeselskapene til å komme med innspill til nye løsninger for faste innretninger. Dette er blitt positivt mottatt hos borevæskeselskapene, som gis økt innflytelse på egne arbeidsforhold om bord i fremtidige flyttbare og faste innretninger.

3.7.6 Borevæskeleverandørens politikk

Borevæskeleverandørene tilbyr som oftest løsninger i henhold til operatørselskapenes forventninger i forbindelse med anbuds- og prosjekthinvisjoner. Dette gjelder både leveranse av borevæsker og rammene rundt. Hvis en ikke svarer i henhold til invitasjon er minsker sannsynligheten for tilslag.

Leveransene skal være bærekraftige på sikt, både miljø- og arbeidsmiljømessig, men også i forhold til risiko og økonomi. Når de økonomiske marginene krymper er det naturlig at fokuset blir optimalisering og justering av det som allerede er og finnes, og i mindre grad sees på nye løsninger og produkter.

Deretter har de egne forsknings- og utviklingsprosjekter der de på egen hånd, og eksternt finansiert, ser på nye løsninger på bransjens utfordringer. Kvalifisering av nye kjemikalieløsninger i forhold til EU regelverket er oppgitt å være kostbart.

3.7.7 Operatørselskapenes politikk

I forbindelse med dette prosjektet er det etterspurt hva som er drivere utvikling og valg borevæskeløsninger.

Operatørene samarbeider ofte med borevæskeselskapene og ber om ekspertråd innenfor fagområdet. Noen oljeselskaper har egne fag grupper innen borevæske, andre har egne forskningsprosjekter innen fagområdet, mens mange oljeselskaper overlater mesteparten av disse detaljene til borevæskeselskapene, og anskaffer og styrer på overordnet nivå (effektivitets og sikkerhetsnivå).

Det har vært en dreining mot at borevæske blandes på land for å redusere eksponeringen offshore. Dette tas nå innledningsvis med i kontraktene med underleverandørene.

Informasjon mottatt i denne undersøkelsen viser en markant økning av blandet borevæske fra land i løpet av de siste 15 årene. Det samme viser informasjon om mottatt borevæske på land til gjenbruk.

Tabell 7 Prosentandel gjenbruk av borevæske

Prosentandel av borevæske som gjenbrukes			
	2004	2012	2019
Selskap A	50	78	88
Selskap B	62	73	84
Selskap C	50	67	76
Selskap D	46	70	85

3.7.8 Utvikling innen borevæske valg, overvåkning og vedlikehold

Vi ser konturene av mer automatiserte blandeanlegg på land og automatiserte prøvetakings- og overvåkningsfunksjoner til havs og via fagbemanning i operasjons kontrollrom på land.

.....

Ett av operatørselskapene har testanlegg i Bergen der det utvikles systemer for automatisering av borevæske-testing og tilsetning/blanding av borevæsker. Det jobbes også mot fjernstyring av flere funksjoner/operasjoner fra land.

Justerte kontrakter er nødvendig for å øke fokus på helsefare. Fforebyggende tiltak må sees i sammenheng med andre tiltak som settes inn, som for eksempel arbeid med brønnstabilitet. Operatørselskapene sier selv de fremdeles har en vei å gå når det gjelder fokus på helsefare. Absolutte krav må komme via regelverk, på lik linje med miljøkrav.

Et av borevæskeselskapene gjennomførte et prøveprosjekt på basen hvor blanding av borevæsker ble utført ved hjelp av robot. Dette fungerte dårlig i praksis, og prosjektet ble derfor nedlagt, robot demontert, og en gikk over til tidligere blandingsmetoder. Flere av borevæskeselskapene foretrekker å kunne påvirke blandeprosessen manuelt, da fart og tempo i større grad kan styres for å unngå klogging/blokkering av automatiserte systemer.

Borevæskeselskapene har erfart at overgang til mer automatiserte systemer har ført til økt behov av ny type personell, som mekanikere, reparatører, vedlikeholdspersonell og dataprogrammerere.

4 Helsefare og helserisiko

Prosjektet har innhentet sikkerhetsdatablad for et representativt utvalg av borevæskesystemer og tilsetningsstoffer som har blitt benyttet i både olje- og vannbaserte systemer siden 2007. Basert på at det har vært relativt få endringer i sammensetning av borevæsker de siste 10-15 årene, ble det valgt å undersøke endringer i iboende helsefarer ved følgende år; 2007, 2012 og 2019.

I arbeidsmiljøsammenheng skilles det mellom *helsefare* som en iboende egenskap ved kjemikalier og *helsersisiko* som er knyttet til eksponering ved bruk. Helsefare er kun basert på den potensielle risikoen et produkt kan utgjøre for mennesker (om det er kreftfremkallende, etsende, irriterende osv.). Ved kategorisering av helserisiko ved bruk, vurderes i tillegg hvordan produktet blir håndtert i forhold til betingelser på arbeidsstedet (ventilasjon, åpne/lukkede systemer, temperatur, eksponeringsveier, effekten av verneutstyr osv.).

Kategorisering av helsefare kan utføres etter ulike metoder. Den mest brukte metoden blant virksomheter er basert på hvordan et produkt er klassifisert i henhold til CLP-forskriften (ref. punkt 2.2 i sikkerhetsdatablad). CLP-forskriften setter krav til hvordan stoffer og stoffblandinger (kjemikalier) skal klassifiseres.

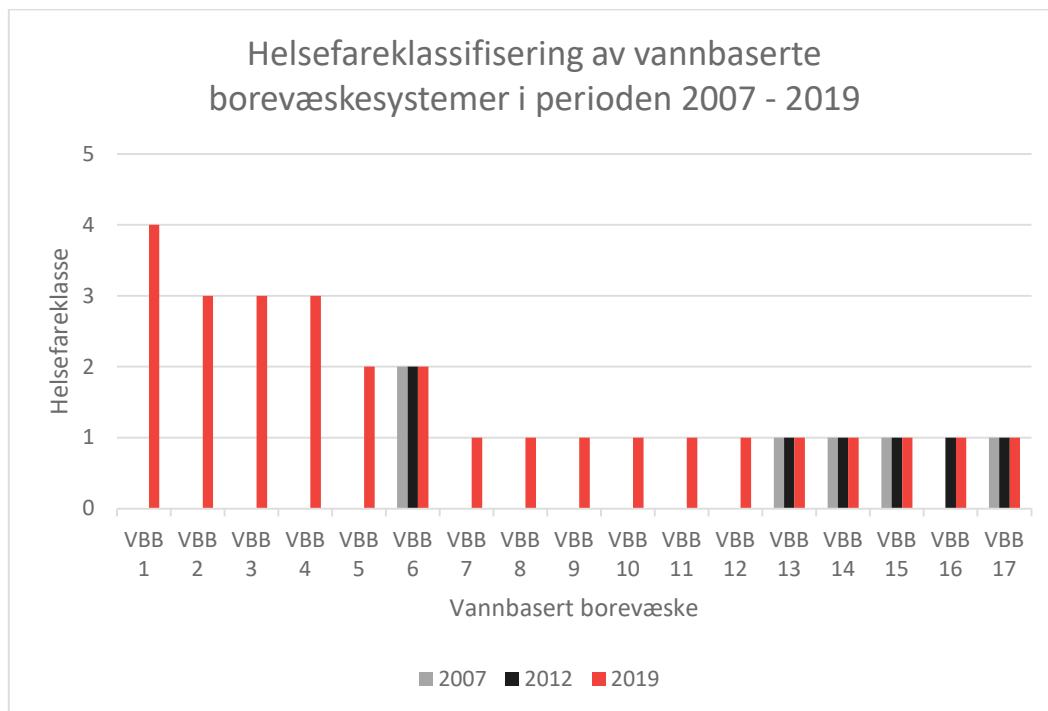
I ReferanserArbeidsmiljø, tabell E.4, er det presentert eksempel på hvordan iboende helsefare for kjemikalier kan kategoriseres basert på klassifisering i henhold til CLP-forskriften. I dette eksempelet er kjemikalier kategorisert i fem helsefarekategorier, 1-5, der 1 angir ubetydelig helsefare mens 5 angir veldig alvorlig helsefare. Det er en kjensgjerning at flere virksomheter utarbeider egne kriterier for klassifisering av kjemikaliers iboende helsefarer, men at et av utgangspunktene har vært eksempelet i NORSOK. En av årsakene til at eksempelet i NORSOK ikke benyttes uten endringer av flere selskaper, vurderes å henge samme med at enkelte faresetninger som anses som relevante i forhold til helsefare, savnes i standarden.

Siden implementering av CLP-forskriften i 2009, har fareklassifisering av kjemikalier blitt endret. Dette har ført til at flere stoffer og stoffblandinger har fått endret helsefarekategori, selv om innholdet er uforandret. Et borevæskeselskap har informert om at endringene har ført til at flere av tilsetningsstoffene som brukes i borevæskesystemer har fått økt helsefare. Produkter som før implementering av CLP-forskriften var «ikke merkepliktig» eller klassifisert som irriterende, har nå blitt klassifisert som allergifremkallende.

Basert på at de ulike selskapene, både operatørselskap og borevæskeleverandører, kategoriserer stoffer og stoffblandinger ulikt i forhold til iboende helsefare, er det her valgt å kategorisere helsefare basert på en matrise utarbeidet av tredjepartsselskap innen yrkeshygieniske tjenester, se Helse-, miljø- og sikkerhetsfareklassifisering. Matrisen er basert på blant annet eksempelet gitt i NORSOK S-002:2018 (Referanser). Bakgrunnen for dette er at Acona her ønsker å sammenlikne helsefare for ulike borevæskesystemer på tvers av selskapene.

4.1 Helsefareklassifisering av borevæskesystemer

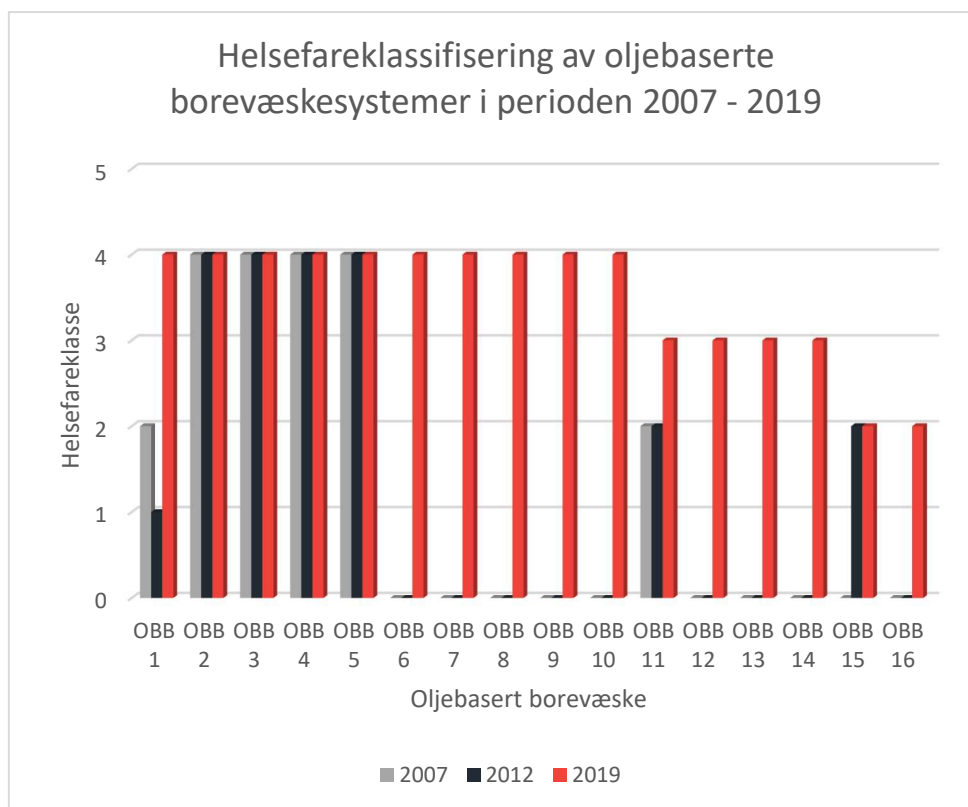
Prosjektet omfatter vurdering av 17 vannbaserte og 16 oljebaserte borevæskesystemer mottatt fra selskapene. Klassifisering av helsefare for borevæskesystemer er presentert i Graf 5 og Graf 6 og er rangert fra høy til lav helsefare.



Graf 5 Helsefareklassifisering VBB

Note: Det foreligger ikke historiske data på borevæskesystem VBB 1-5 og VBB 7-12.

Som det kommer frem av Graf 5 har det ikke vært meldt om endringer i helsefareklasse basert på informasjon mottatt for de 17 vannbaserte borevæskesystemene siden 2007. Det har heller ikke blitt utført endringer av tilsetningsstoffer på disse systemene.



Graf 6 Helsefareklassifisering av OBB

Note: Det foreligger ikke historiske data på borevæskesystem OBB 6-10, 12-14 og 16.

Blant de 16 oljebaserte borevæskesystemene har det kun vært meldt om endringer i sammensetning og økning i helsefareklassifisering på to av disse siden 2007 (OBB 1 og OBB 11 i Graf 6). Årsak til økning i helsefareklasse for disse to systemene er knyttet til justering av emulgatorer og regelverksendringer ved introduksjon av REACH og CLP. Regelverksendringen har medført at komponenter (og i noen tilfeller også borevæskesystemer) har fått en strengere klassifisering, og i verste fall gått fra lav risikokategori (HFK1) til høy risikokategori (HFK4).

4.2 Helsefarekategorisering av tilsetningsstoffer

Det tilsettes ulike stoffer i borevæskesystemer for å oppnå ønskede egenskaper. Eksempler på slike tilsetningsstoffer er listet nedenfor, hentet fra informasjon mottatt fra selskapene:

- Vektmateriale
- Saltlake (Brine)
- Emulgator
- Kjemikalie for justering av pH
- Baseolje
- Viskositetsdanner
- Filtertapsreducerende middel
- Reologiforbedrer

- Fuktemiddel
- Skumdemper
- Leirskiferinhibitor

Blant disse så kategoriseres enkelte varianter av følgende tilsetningsstoff i helsefarekategori 4. Relevante fareklassifiseringer og faresetninger er oppgitt i parentes:

- Saltlake (Repr. 2, H361f Mistenkes å kunne skade forplantningsevnen, STOT RE 2, H373 Kan forårsake organskade ved langvarig eller gjentatt eksponering)
- Emulgator (Skin sens.1A, H317 Kan utløse en allergisk hudreaksjon)
- Filtertapsreduserende middel (Skin sens. 1A, H317 Kan utløse en allergisk hudreaksjon)
- Fuktemiddel (Skin sens. 1, H317 Kan utløse en allergisk hudreaksjon)
- Leirskiferinhibitor (Skin sens. 1, H317 Kan utløse en allergisk hudreaksjon)

Det er ikke meldt om at det benyttes tilsetningsstoffer i farekategori 5 i borevæskesystemene.

En gjennomgang av sikkerhetsdatablader for baseolje som inngår i oljebasert borevæske viser:

- Ingen større endring i kokepunktet de siste 15 årene på mottatt dokumentasjon. Kokepunktsintervall ligger typisk mellom 210 C° og 335 C° for baseoljer
- Ingen større endringer i aromat innhold eller flammepunkt for samme produktet de siste 15 årene på mottatt dokumentasjon.

4.3 Helserisiko forbundet ved håndtering av borevæskesystemer

Kjemisk helserisiko vil være til stede ved flere ulike operasjoner i forbindelse med håndtering av borevæskesystemer og tilsetningsstoffer. Eksempler på slike operasjoner er presentert nedenfor. Risiko for hudeksponering for kjemikalier som blant annet kan medføre allergiske reaksjoner, hudirritanter, kjemikalier som kan skade forplantningsevnen og kjemikalier som kan medføre organskader ved langvarig eksponering, vil være til stede ved samtlige arbeidsoperasjoner som er presentert i kap. 4.3.1 og 4.3.2. Eksponeringsnivå for hudkontakt og innånding vil imidlertid være avhengig av tekniske tiltak (ventilasjon, innelukking eller automatisering av prosesser, osv.), administrative tiltak (jobbrotasjon, opplæring og informasjon osv.) og personlig verneutstyr (åndedrettsvern, bekledning, øyevern osv.).

4.3.1 Operasjoner på land

Blanding av borevæskesystemer

Helserisiko ved innånding er hovedsakelig forbundet med potensiell eksponering for støv og kvarts. Dersom borevæsken «skjæres» (pumper borevæske gjennom små dyser under høyt trykk for å få finfordelt alle partikler – det samme som skjer gjennom borekronen offshore) økes temperaturen. Ved høy temperatur vil avdampning av hydrokarboner i borevæsken øke, noe som kan medføre at operatører kan bli eksponert for oljedamp.

Lasting/lossing/om-emballering av borevæskesystem og tilsetningsstoffer

Helserisiko i forhold til innånding er hovedsakelig forbundet med potensiell eksponering for støv og kvarts.

Rengjøring av tanker på skip/ transporttanker (IBC)/ container (skip) for kaks

Helserisiko i forhold til innånding er hovedsakelig forbundet med potensiell eksponering for hydrokarboner (oljedamp og oljetåke) ved manuell rengjøring med høytrykksspyling og varmt vann i tanker som har inneholdt oljebasert borevæskesystemer.

4.3.2 Operasjoner offshore

Håndtering av oljebefengt borekaks

Helserisiko i forhold til innånding er hovedsakelig forbundet med potensiell eksponering for hydrokarboner (oljedamp) for personell som opererer blant annet slurry unit og systemer / containere for mellomlagring av borekaks.

Arbeid på boredekk

Helserisiko i forhold til innånding er hovedsakelig forbundet med potensiell eksponering for hydrokarboner (oljedamp). Arbeid på boredekk medfører også høy risiko for hudkontakt på grunn av sprut / søl, spesielt ved tripping av borestreng.

Tilsetning av tørrkjemikalier i sekkestore

Helserisiko i forhold til innånding er hovedsakelig forbundet med potensiell eksponering for støv og kvarts.

Arbeid i shakerrom

Helserisiko i forhold til innånding er hovedsakelig forbundet med potensiell eksponering for hydrokarboner (oljetåke, oljedamp). Arbeid i shakerrom medfører også høy risiko for hudkontakt, blant annet ved rengjøring og skifte av sikter (screens), rengjøring etter overløp (overflow), rengjøring av magneter osv.

Opphold i borevæsketank (mudpit) -områder

Helserisiko i forhold til innånding er hovedsakelig forbundet med potensiell eksponering for hydrokarboner (oljedamp).

Arbeid på borevæskelaboratorium

Helserisiko ved innånding er hovedsakelig forbundet med potensiell eksponering for hydrokarboner, spesielt ved prøveopparbeiding med retorte som innebærer oppvarming av borevæskeprøve. Det benyttes kaliumkromatløsning ved analyser av borevæskesystemer. Kaliumkromatløsning er kreftframkallende og merket med blant annet H340 (Kan gi genetiske skader) og H350 (Kan forårsake kreft), og er på grunn av dette i helsefarekategori 5. Helserisiko forbundet med håndtering av kaliumkromatløsning er hovedsakelig assosiert med hudeksponering.

Tilsetning av biocid i borevæskesystemer

Biocid er ikke et stoff som normalt inngår i borevæskesystemer, men er likevel inkludert i rapporten, da biocid fra tid til annen tilsettes for å unngå dannelse av hydrogensulfid, spesielt i stillestående tilstand (unngå oppblomstring av sulfatreduserende bakterier som er kilde til dannelse av hydrogensulfid). Mottatt informasjon om én type biocid som benyttes til dette, viser at denne er i helsefarekategori 5, blant annet fordi den inneholder.....og er merket med H372 (Forårsaker organskader ved langvarig eller gjentatt eksponering).

4.4 Selskapenes arbeid med reduksjon av helserisiko

Det er en samlet oppfattelse av selskapene at endringer i borevæskesystemer og borevæskeskjemikalier de siste 10-15 årene hovedsakelig er drevet av sikkerhetstekniske krav knyttet til brønnintegritet, myndighetskrav til å redusere bruk av miljøfarlige kjemikalier samt økonomiske hensyn. Selskapene har imidlertid iverksatt ulike tiltak for å begrense risiko for helseskader forbundet med kjemisk eksponering.

Samtlige selskaper har etablert systemer for utarbeidelse av lister over kjemikalier som skal prioriteres for substitusjon eller utfasing. Prioritering omfatter blant annet kjemikalier i høy helsefarekategori. Det avholdes jevnlig møte mellom operatørselskapene og borevæskeleverandørene der man vurderer hvilke produkter som kan substitueres eller elimineres.

Basert på mottatt informasjon, har bruk av kaustisk soda i ren form (pulver og pellets) mer eller mindre blitt faset ut i forbindelse med tilsetning i borevæskesystemer på offshoreinnretninger. Kaustisk soda (natriumhydroksid) er en sterk base som i ren form er i helsefarekategori 4. Manuell håndtering av kaustisk soda i pulverform medfører høy helserisiko da eksponering kan gi alvorlige etseskader, både ved innånding av støv og ved kontakt med hud og øyne. Det er opplyst at kaustisk soda nå hovedsakelig leveres i løsning (væskeform), slik at tilsetning i borevæskesystemer enklere kan utføres i lukkede systemer.

Et operatørselskap har utarbeidet selskapsspesifikke krav som skal benyttes ved valg av baseolje til oljebaserte borevæskesystemer. Kravene er utarbeidet for å redusere eksponering for oljetåke og oljedamp fra borevæskesystem, spesielt med tanke på opphold i shakerrom og mudpit-områder. Det er her satt krav til blant annet viskositet, flammepunkt, aromatinnhold, og benzeninnhold. Noen av disse kravene samt andre krav har også blitt benyttet av andre operatørselskap.

Andre operatørselskap undersøker nå muligheter for å substituere kalsiumklorid (CaCl_2) til fordel for vanlig bordsalt (NaCl). En slik substitusjon vil medføre en reduksjon av iboende helsefare.

En av de større operatørselskapene har tidligere gjennomført analyser av ulike baseoljer på Headspace-GC som grunnlag for valg av baseolje som gir minst avdampning til arbeidsatmosfæren og følgelig lavest potensiale for oljedamp i arbeidsatmosfæren.

En borevæskeleverandør innehar data på tester av alle baseoljer, samt borevæskesystemer, for avdampning på ulike temperaturer (headspace analysis) og aromatinnhold. Ferdig blandet borevæske testes ikke.

Et operatørselskap har byttet ut konvensjonelle shale shakers til fordel for Mudcubes på enkelte offshoreinstallasjoner (lukket system for separasjon av borevæske og borekaks). Dette opplyses det om har redusert eksponering for oljetåke og oljedamp i slambehandlingsområder.

Flere av operatørselskapene har opplyst å ha systemer for kjøling av borevæske («mudcoolers»). Nedkjøling av returborevæske (som har passert gjennom borekronen), vil redusere eksponering av blant annet oljetåke og oljedamp.

Operatørselskapene har systemer for å godkjenne borevæskesystemer og tilsetningsstoffer før disse kan sendes til innretningen. Videre settes det krav til å utføre risikovurderinger/verneinstruksjoner for kjemikalier i høy helsefarekategori.

Et spørsmål fra prosjektgruppen var om selskapene brukte noen form for indikatorer for å måle helsepåvirkning av personell som jobber med blanding og bruk av borevæsker:

- I samtaler med operatørselskapene ble dette vurdert til ikke å være relevant for eget personell, som i liten grad blir eksponert for borevæsker i sitt arbeid. De hadde heller ingen pådrivere for å måle dette hos sine borevæskeleverandører.
- Borevæskeselskapene gjennomførte pålagte målrettede helseundersøkelser, men hadde ikke helsefareindikatorer som viste utvikling over tid som rettet seg mot borevæsker eller andre relevante målefaktorer.

4.5 Utfordringer i forbindelse med reduksjon av helserisiko

Prosjektgruppen ønsker å belyse følgende utfordringer i forbindelse med reduksjon av helserisiko etter samtaler med selskapene:

Benzen er et organisk løsemiddel som finnes naturlig i olje- og gassreservoarer. Det er klassifisert som et kreftfremkallende og arvestoffskadelig stoff. Under møte med selskap ble prosjektgruppen informert om at det ved boring gjennom reservoar har blitt påvist opptil 10 % råolje i borevæsken. I slike situasjoner vil operatører, spesielt i shakerområder, kunne bli eksponert for benzen.

Det ble diskutert at selskaper kvantifiserer innhold av hydrogensulfid, flammepunkt og LEL (nedre eksplosjonsgrense), men at disse parameterne ikke gir tilstrekkelig informasjon til å vurdere benzenkonsentrasjon. Gjenbruksvæsker kan inneholde forurensninger av for eksempel aromater, deriblant benzen, dersom borevæsken tidligere har blitt benyttet ved boring gjennom råoljeholdige reservoarer.

Operatørselskapene har opplyst om at væskeleverandørene har større fortjeneste ved bruk av oljebaserte borevæskesystemer sammenliknet med vannbaserte systemer. Dette kan bidra til at oljebaserte systemer velges foran vannbaserte systemer. Oljebaserte systemer vil medføre en høyere arbeidsmiljøbelastning, da oppvarmet borevæske vil medføre eksponering for hydrokarboner i form av oljetåke og oljedamp når denne skal behandles på innretningen, spesielt ved utskilling av borekaks.

Et operatørselskap har opplevd at man ved analyse av ulike «batcher» av samme baseolje, har påvist ulik sammensetning av hydrokarboner. Dette kan tyde på at en baseolje kan leveres med variasjoner i sammensetning uten at selskapene har rutiner for å oppdage dette. Det er ikke avklart hva som var årsak til variasjon i analyseresultatene.

Baseoljer blir normalt ikke prioritert for substitusjon av selskapene. Årsak til dette er at selskapene utarbeider stort sett substitusjonsoversikter for produkter i helsefarekategori 4 og 5. De fleste baseoljene er typisk i helsefarekategori 2 eller 3.

Selskapene ønsker ikke å ta unødig risiko i forhold til blant annet brønnintegritet, og velger derfor ofte borevæskesystemer med kjente egenskaper i stedet for å prøve ut systemer som kan gi en reduksjon i helserisiko.

Ingen av operatørselskapene har krav som tilsier at yrkeshygienisk kompetanse skal trekkes inn ved valg av borevæskesystemer for en gitt borekampanje. Denne ressursen trekkes inn etter at systemet er valgt.

I løpet av den senere tiden har det blitt mer vanlig at borevæskene blandes på land. Selv om dette kan ha redusert eksponering for farlige kjemikalier om bord på offshoreinnretningene, er det usikkerhet knyttet til om eksponeringen på landanleggene er akseptable i forhold til myndighetskrav. Ingen av operatørselskapene har oppgitt at det gjennomføres systematiske arbeidsmiljøverifikasjoner av borevæskeleverandørenes blandeanlegg på land.

Acona er ikke kjent med at det er gjennomført analyser av borevæskesystemer med den hensikt å undersøke om den kjemiske sammensetningen har blitt endret etter påvirkning av forhøyet trykk og temperatur i forbindelse med boreoperasjoner. I henhold til mottatt informasjon fra selskapene er tilsetningsstoff i borevæskesystemene valgt for å tåle betingelsene de utsettes for under boreoperasjoner.

Generelt mener selskapene at de viktigste utfordringene til borevæskers iboende helsefareegenskaper er allergiske reaksjoner ved hudkontakt. Utover dette vurderes arbeidsoperasjoner som medfører håndtering av oppvarmet borevæske (eksponering for oljedamp og oljetåke) og håndtering av tørrbulk (støvproblematikk) som mest vesentlig i forhold til helserisiko.

5 Utviklingstrekk i bruk av borevæsker siste 10-15 år

Det jobbes kontinuerlig med forbedringer innen blanding og bruk av borevæsker. Dette gjelder stort sett systemene og rammene omkring borevæskene og ikke borevæskene i seg selv. Etter år 2000 har borevæskene tilgjengelig i markedet stort sett kun vært utsatt for små justeringer. Noen få nye borevæskesystemer er kommet til, ref. kapittel 4.

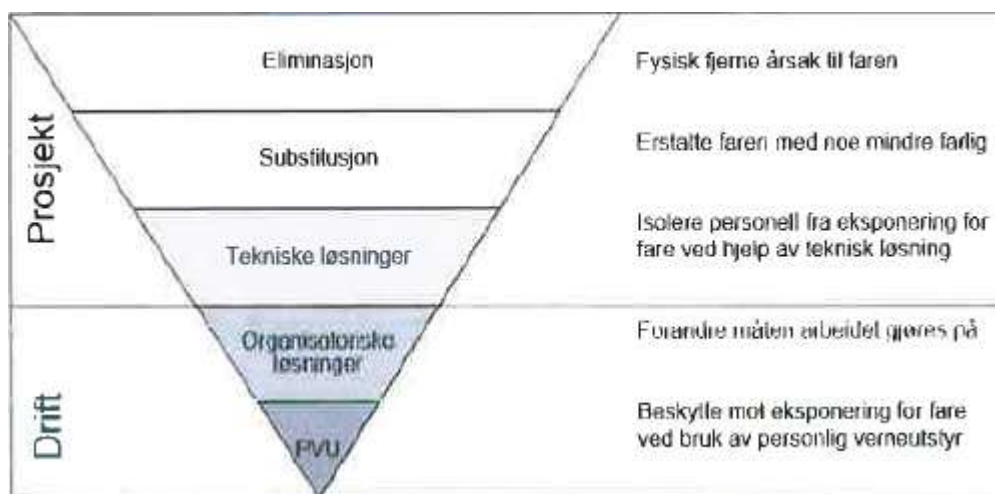
5.1 Generelt

Generelt sett har bruken av OBB økt da utvinningsbrønnenes nedre seksjoner stort sett bores med OBB på grunn av behovet for borehullstabilitet i stadig lengre horisontalseksjoner og høyavviksseksjoner.

I Barentshavet er det høyere fokus på lavest mulig ytre miljøpåvirkning, og derfor høyere fokus og strengere krav på «tett flyttbar innretning» og bruk av miljøvennlige borevæsker i disse områdene, enn i Nordsjøen og Norskehavet. Denne forskjellen er i dag i ferd med å jevnes ut med generelt økt fokus på å unngå utslipp og miljøbelastninger.

Noen få produkter har blitt fjernet/endret innen borevæsketeknologien de siste 15 år, men flere produkter står på substitusjonslister for ytre miljø og helse som ikke er erstattet pr. i dag.

Størst fremdrift de siste 15 år har vært på tekniske løsninger, organisatoriske forhold og personlig verneutstyr.



Figur 6 Tiltakshieraki for kontroll av arbeidsmiljørisiko,

Med referanse til tiltakshierarkiet i Figur 6, var det fortsatt vanskelig å gjøre noe med eliminasjon og substitusjon i borevæskesammenheng. Et eksempel som ble nevnt, var substitusjon av biocid. Flere av produktnavnene fra lang tid tilbake, var fremdeles i bruk, men flere små justeringer var kommet til under årenes løp.

5.2 Utviklingstrekk hos operatørselskap

Viktige utviklingstrekk hos operatørselskap:

- Innføring av standard baseolje hos et operatørselskap som tilfredsstiller visse betingelser, har redusert bruken av flyktige baseoljer, med noen få unntak (ved HPHT brønner bl.a.). Tre baseoljeleverandører skal på grunn av dette ha forsvunnet ut fra det norske markedet.
- Emulgatorpakkene har blitt færre og mer konsentrerte. Dette kan sannsynligvis ha ført til økt iboende helsefare. Emulgatorer oppbevares på IBC-tanker og pumpes via slange, altså i lukket system.
- Baseoljer med høy viskositet benyttes i mindre grad nå enn tidligere. Baseoljer med relativt lav viskositet kan medføre høyere konsentrasjon av oljedamp i arbeidsatmosfæren sammenliknet med oljer med relativt høy viskositet.
- Baseoljer med høyt flammepunkt etterstrebes å benyttes – mindre avdamping.
- Kaustisk soda i ren form (pulver og pellets) er mer eller mindre blitt faset ut i forbindelse med tilsetning i borevæskesystemer på offshore innretninger.
- Mer automatiserte boreoperasjoner reduserer arbeid i rød sone noe som reduserer personells kontakt med borevæske.
- En oversikt fra et av operatørselskapene som illustrerer antall meter boret med vannbasert og oljebasert borevæske de siste 10 årene, viser at det bores flest meter med oljebasert borevæske. Dette kan igjen gi en indikasjon på en høyere eksponering av OBB for arbeidere på boredekk.

5.3 Utviklingstrekk hos borevæskeleverandør

Viktige utviklingstrekk hos borevæskeleverandør:

- Antall baseoljer i bruk totalt sett har blitt redusert hos enkelte av borevæskeselskapene. Dette gjør det enklere å kunne gjenvinne borevæsken som kommer tilbake til land i retur.
- Gjenbruk av OBB har økt
- Det brukes mer oljebasert borevæske nå enn 15 år tilbake i tid.
- Kostnader er med på å begrense analyser og målinger. Selv om selskapene ønsker forbedring og å gjennomføre studier, blir det et kost/nytte regnestykke (spesielt i nedgangstidene).
- De siste 10-15 årene har man i større grad sendt ferdig blandede volumer av borevæsker offshore. Dette er volumer som i stor grad ble blandet offshore tidligere. Denne trenden har flere fordeler:
- Logistikken blir enklere (væskedeler pumpes direkte på båt, istedenfor å laste/losse mange containere med kjemikalieprodukter)
- Enklere å blande borevæsker på land, grunnet større plass og enklere tilgang på kjemikalier
- Forutsetninger for å implementere risikoreduserende tiltak (ventilasjon, systemer for lukket dosering o.l.) med hensyn på kjemikalieksposering er ofte bedre på landanlegg sammenliknet med offshoreinnretninger. Dette begrunnes med at kostnader forbundet med modifikasjoner er betydelig rimeligere på land enn offshore.

- Reduserer behovet for å ha store mengder med kjemikalier lagret om bord på flyttbar innretning/fast innretning

I dag er det kun stort sett kondisjonering av borevæsker som skjer ute på flyttbar innretning/fast innretning.

I tillegg er de fleste av de konvensjonelle borevæskekontraktene basert på at væskeleverandøren kjøper tilbake borevæsken fra operatørselskapet etter endt oppdrag, for så å selge væsken på ny ved neste oppdrag. Dette medfører at borevæsken gjenbrukes opptil flere ganger, noe som gir et bedre miljøregnskap.

Utfordringen med gjenbruk er oppbygging av store volumer med høy egenvekt, da væsker i retur som oftest har mye høyere egenvekt enn væsker som blir sendt ut (høyere egenvekt i bunn av brønnen, enn i begynnelsen). Dette løses best ved å kutte vekt på land ved hjelp av slamrensere (mud cleaner) og til dels ved fortynning (tilsetning av ferdigblanding). Utfordringen er størst på oljebasert slam, hvor det er kostbart å fortynne ut (reducere egenvekt) med tilsetning av baseolje. I tillegg vil fortynning bygge store volumer som gir en stor logistikkutfordring (les: lagringsproblemer).

Vedgjenbruk kreve ekstra fokus på aromatinholdet i væsken. Ved lange horisontale reservoarseksjoner er det en potensiell mulighet for at borevæsken blir kontaminert av råolje fra reservoaret. Dette kan gi utslag av avdamping av blant annet benzen over siktemaskin ved retur av borevæsken i sirkulasjonssystemet på flyttbare innretninger.

Som tidligere nevnt, er blanding av borevæsker i større grad flyttet fra innretning til land. Flere blandeanlegg på land er blitt forbedret de siste 10-15 årene, med hensyn på automatisering, avtrekk og lukket system. Det vil likevel være anlegg langs kysten, hvor det fortsatt er utfordringer innen støv-, lukt- og støypager.

Det må også nevnes at fasilitetene for blanding av borevæsker på nye innretninger har hatt en positiv utvikling de siste årene. Nye flyttbare innretninger som ankommer Norge, har i større grad bedre systemer for fjerning av lukt-, støv- og støypager, sammenlignet med en del eldre innretninger.

6 Referanser

1. NORSOK S-002N:2018 Arbeidsmiljø
2. Drilling fluids and health risk management, OGP Report Number 396, IPIECA & OGP
3. Brev fra Ptil til selskapene
4. Spørreskjema med informasjon fra hvert enkelt selskap etter besøk fra Acona
5. Effect of Drilling Fluid Systems and Temperature on Oil Mist and Vapour Levels Generated from Shale Shaker.
Kjersti Steinsvåg, Karen S. Galea, Kirsti Krüger, Vegard Peikli, Araceli Sánchez-Jiménez, Esther Sætedt, Alison Searl, John W. Cherrie and Martie van Tongeren
IOM, Statoil 2010
6. Characteristics of Oil Mist and Vapours from Drilling Fluids Emitted from a Shale Shaker at an Onshore Test Facility.
Karen S. Galea, Araceli Sánchez-Jiménez, Kjersti Steinsvåg, Alison Searl, John W. Cherrie, Kirsti Krüger, Vegard Peikli and Martie van Tongeren
IOM, Statoil 2010
7. Interne prosedyrer, prosesser, presentasjoner, sikkerhetsdatablader og retningslinjer delt av selskapene
8. Forskrift om klassifisering, merking og emballering av stoffer og stoffblandinger (CLP-forskriften)
9. Miljørapport 2014, Olje- og gassindustriens miljøarbeid fakta og utvikling, Norsk olje og gass
10. Miljørapport 2019, Olje- og gassindustriens miljøarbeid fakta og utvikling, Norsk olje og gass
11. Eksponering av borevæsker - OLF - Rapport nr. 3, 2007, Seksjon for arbeidsmedisin, Universitetet i Bergen
12. Well design - NPD guidelines for designation of wells and wellbores, 13.09.19
13. SPE 108514, Occupational exposure hazards related to the use of drilling fluids presented with remedial risk management guidelines.
R. James, A. Nistov, C. Smulders, K. Walker, T. Schei, N. LeBlond, M. Sopko, T. Fonneland
14. SPE/IADC 57551, Improving the working environment and drilling fluid economics through better understanding of oil based drilling fluid chemistry.
R. James, P. Navestad, T. Schei, T. Geddes, G. Nelson, D. Webster

15. SPE 61261 The effect of drilling fluid base oil properties on the occupational hygiene and the marine environment.
Saasen, M. Berntsen, G. Løklingholm, H. Igeltjørn, K. Åsnes

Appendix A

Spørreskjema for informasjonsinnhenting

Borevæske utviklingen de siste 15 år og deres iboende helsefare, vurdert av _____ (selskapet)

NB: Oljetåke, damp, støv og luftforurensning er ikke en del av denne studien, heller ikke borevæske behandlings utstyr

Nr	Spørsmålsstilling	Utfyllende forklaring etter selskapets erfaring
1)	Generelle utviklingstrekk i bruken av borevæsker?	(Typer, aromat innhold, kokepunkt, pH, kjemikalier)
2)	Hvilke borevæsker benytter selskapet i dag?	(«Produktnavn»)
3)	Har det vært en reduksjon i helsefare egenskaper i selskapets borevæsker i forbindelse med denne utviklingen?	Gi eksempel
4)	Kopi sikkerhetsdatablader for ferdig borevæskesystemer (produktnavn)	To «verstinger» innen borevæskesystem fra referanseårene 2004 og 2012. Samt alle SDS som er i bruk nå (2019)
5)	Kopi sikkerhetsdatablader for komponenter som inngår i borevæskesystemer	To «verstinger» innen borevæskekomponenter fra referanseårene 2004 og 2012. Samt alle SDS som er i bruk nå (2019)
6)	Hvilke borevæskesystemer/ingredienser/komponenter har forsvunnet ut av bruk?	(Hvorfor)
7)	Hvilke kriterier har selskapet for borevæskevalg mht helsefare egenskaper?	
8)	Hva er selskapets drivkrefter bak utvikling og bruk av borevæsketyper?	Prioritet 1, 2 og 3
9)	Har selskapet en substitusjonsplan for kjemikalier med helsefarlige egenskaper?	(Hvis ja, hva skal vekk? Er komponenter fra borevæsker representert på planen?)
10)	Finnes det noen «verstinger» de siste 15 årene blant borevæskene og ingrediensene som påvirker helsefaren?	(Hvorfor)
11)	Har det skjedd noen vesentlige endringer de siste 15 årene i borevæskebruken som bør nevnes?	(Hvilke)
12)	Hvilke målinger benytter selskapet som helsepåvirknings (langtids-) indikatorer for personell eksponert for blanding og bruk av borevæsker?	
13)	Hvor stor andel av selskapets borevæske bruk er gjenbruk (gjenvinningsgrad av borevæske pr år)?	Fra referanseårene 2004, 2012, 2019
14)	Endrer borevæskens helsemessige faregrad seg etter bruk (for gjenbruk)?	F.eks påvirkning av trykk, temperatur, tid

Nr	Spørsmålsstilling	Utfyllende forklaring etter selskapets erfaring
15)	Gjøres det målinger for å kartlegge eventuelle endringer innen helse, for å dokumentere resultater i pkt 14?	
16)	Blir gjenbrukt borevæske sjekket for innhold av hydrokarboner før gjenbruk?	
17)	Hvordan tester selskapet komponenter og borevæsker i forhold til helsefare? Vesentlige endringer de siste 15 årene?	
18)	Hvordan vektlegges helsefare ved valg av borevæsker?	Har selskapet eksempelvis prosedyrer som innebærer at yrkeshygienisk kompetanse er involvert i valg av borevæske?
19)	Hvor stor andel av selskapets borevæsker ankommer rigg / plattform ferdig blandet fra land?	(2004, 2012, 2019)
20)	Hvilke fremtids endringer ser selskapet for seg innen borevæskenes iboende helsefare egenskaper?	(Hvilke og hvorfor)
21)	Hva mener selskapet er de viktigste utfordringene i forhold til borevæskers iboende helsefare egenskaper?	
22)	Er det endringer på helserisiko i forbindelse med blanding og bruk av borevæsker de siste 15 år? Onshore/offshore	(Hvorfor)
23)	Utfører det operative miljøet i selskapet Working Environment and Health Risk Assessments i forhold til borevæskens iboende helsefare?	(Hvis ja, kopi av eksempel)
24)	Er det gjort studier / kartlegginger av helsefare i forbindelse med borevæsker de siste 15 år som kan deles med bransjen?	(Hvis ja, kopi)
25)	Hvilke helse og arbeidsmiljø indikatorer benytter selskapet i sin oppfølging av borevæsker? Som deles m andre.	(Listing, med definisjon)
26)	Opplevs helsefare i forbindelse med borevæsker som underrapportert?	(Hvorfor)
27)	Har selskapet et register over ansatte som jobber med helsefarlige kjemikalier? (Ref. Register over arbeidstakere utsatt for kreftfremkallende eller mutagene kjemikalier og bly)	(Hvordan)
28)	Hvilke sikkerhetsanbefalinger har selskapet i sine rutiner i forbindelse med helsefare	

Nr	Spørsmålsstilling	Utfyllende forklaring etter selskapets erfaring
	under blanding og bruk av borevæsker? Onshore/offshore	
29)	Hvilke vernetiltak benytter selskapet i sitt arbeid i forbindelse med blanding og bruk av borevæsker?	
30)	Hvordan kvalifiseres sikkerhets-/verneutstyr som benytter selskapet i sitt arbeid i forbindelse med blanding og bruk av borevæsker?	
31)	Anser selskapet NORSOK S-002 som tilstrekkelig i forhold til å ivareta helsefare potensialet i forbindelse med borevæsker?	
32)	Hvordan håndterer selskapet kombinasjonseksponeringer for risikoutsatte grupper?	(eksempelvis: støy + borevæsker + oljetåke + kjemikalier + ergonomi + borevæskedamp + vibrasjoner + psykososial eksponering)
33)	Hvordan informeres relevante yrkesgrupper om borevæskens iboende helsefarer?	(Eksempel dokumentasjon)
34)	Har selskapet en komplett eksponeringsvurdering for personell som blander og bruker borevæsker som kan benyttes i epidemiologiske studier og pasientutredninger.	F.eks innsamling av forskningsdata
35)	Benytter selskapet fokuserte eksponeringsstudier som er skreddersydd til spesifikke forskningshypoteser i forbindelse med blanding og bruk av borevæsker?	
36)	Benytter selskapet et formelt definert farlige substanser styrings system i arbeidet med å redusere helsefaren for personell involvert i blanding og bruk av borevæsker?	(Hvis ja, legg ved kopi)
37)	Benytter selskapet kontrollrutiner og prosedyrer for helsefare vurderinger for aktiviteter og operasjoner som omhandler bruk og blanding av borevæsker?	(Hvis ja, legg ved kopi)
38)	Benytter selskapet digitale verktøy / programmer i forbindelse med helsefare vurderinger for personell som eksponeres for blanding og bruk av borevæsker?	(Hvilke?)
39)	Hvordan måles total slameksponering for personell som blander og bruker borevæsker i selskapet i dag?	
40)	Samlet forbruk av ferdig oppveid borevæske og forbruk av ferdig oppveid oljebasert borevæske pr år	

Nr	Spørsmålsstilling	Utfyllende forklaring etter selskapets erfaring
41)	Har Operatøren kvalifisert sine rigger på noen måte, for å kunne benytte oljebasert borevæske? Både faste og flyttbare? Ut ifra et helsefareperspektiv?	
42)	Andre ting som bør nevnes? Hva glemte vi å spørre om?	

Appendix B Tilleggsinformasjon

Borevæsketyper

Ofte er borevæskene klassifisert i hovedtyper

- Vannbaserte
 - Sjøvann, med geleputer
 - Ikke dispergerte inhiberte
 - Dispergerte ikke-inhiberte
 - Dispergerte inhiberte
 - Saltvannsbaserte
 - Ferskvannsbaserte
 - Polymerbaserte
- Oljebaserte – pseudo oljebaserte
- Syntetisk baserte (inverterte emulsjoner)
- Luft, gasser, dråper eller skum (sjeldne varianter på norsk kontinentalsokkel)
- Bentonitt (eller attapulgitt) baserte
- Polymer baserte
- HPHT borevæsker

Borevæskeegenskaper

Nøkkelegenskapene til borevæsken er ganske godt kjent:

- Forme en stabil trykkbarriere mot formasjonstrykk
- Transportere borekaks og informasjon tilbake til den flyttbar innretningens overflatesystemer
- Sikre at formasjonene holder seg stabile inntil foringsrør er installert og sementert
- Renske hullet for kaks, samt fragmenter som løsner fra borehullsveggen
- Minimere påvirkning av produksjonsegenskapene til reservoaret
- Være gunstig for logging (under og etter boring) av formasjonsegenskaper rundt borehullet og i reservoaret
- Overføre hydrauliske hestekrefter til borekrone og nedihullsutstyr
- Kjøle ned borekrone og nedihullsutstyr
- Vaske og rense borekrone og nedihullsutstyr
- Minimere forstyrrelse av kaks og kjerneegenskaper som benyttes for forskjellige typer analyser
- Minimere, eller rettere sagt optimalisere, tap til gjennomborede formasjoner og bygge en beskyttende filterkake på borehullsveggen

- Holde seg stabil under både sirkulering og stillstand, og kreve minimum av energi for å gjenoppta sirkulering etter stillstand

Borevæskespesifikasjoner

Borevæskens egenskaper følges opp ved kontinuerlige målinger, hvorav noen av de viktigste er:

- Tetthet
- Viskositet – plastisk (indre) og trakt
- Gelestyrke - skjærstyrke
- Yield punkt – geleformering under statiske forhold
- Filtertap – tap av basisvæske til formasjonen
- Filterkake – tykkelse på borehullsveggen

Potensielle forurensninger for borevæsker

Forurensninger av borevæskene kan komme både fra brønnen og fra systemene omkring:

Brønnrelaterte:

- Formasjonsvann
- Formasjonsstoffer (leire, salt, finstoffer fra gjennomboede formasjoner, etc.)
- Gasser
- Råolje

Prosessrelaterte:

- Regnvann
- Forurensning i tanker underveis
- Alder (baseoljer er «ferskvare»)

Borevæskerelaterte risikoelementer

Overvåkning av risikobildet i forbindelse med både valg og vedlikehold av borevæskene er sentrale elementer i en brønnsisiko analyse.

- Arbeidsmiljø påvirkningsegenskaper
- Miljøpåvirkningsegenskaper
- Prosessovervåkning – bibeholdelsen av kontinuerlige ønskede og kontrollerte egenskaper under hele bruksperioden
- Forurensninger – fra både brønnrelaterte og prosessrelaterte kilder

Borevæskeprodukter

For å oppnå de ønskede egenskapene til en borevæske, tilsettes det en mengde forskjellige stoffer til grunnvæsken som borevæsken er basert på (den kontinuerlige fasen, se ovenfor)

Denne mengden er det et ønske om å holde så begrenset som mulig for å lette oversikt og kjemikaliestyringen, samt å optimalisere økonomien i væskeblandingene. Borevæskeselskapene benytter også som regel underleverandører for alle sine borevæskekomponenter, og noen av underleverandørene kan være sammenfallende for veldig spesialiserte produkter.

- Vektstoffer
- Strømningsegenskapende stoffer
- Tapt sirkulasjonsmaterialer
- Smøremidler
- Korrosjonsinhibitorer
- Biosider, for konservering

Appendix C

Helse-, miljø- og sikkerhetsfareklassifisering

Fareklasse	Helse		Miljø		Sikkerhet	
	CLP	EEC	CLP	EEC	CLP	EEC
5 Svært alvorlig	H300	R26 (alle)	H410	R50	H200	R1
	H300+H310	R27 (alle)	H420	R50/53	H201	R2
	H300+H310+H330	R28	EUH059	R59	H202	R3
	H300+H330	R39 (alle)			H203	R4
	H310+H330	R42 (alle)			H204	R5
	H310	R45			H205	R6
	H330	R46			H230	R18
	H334	R49			H231	R19
	H340	R60			H240	R44
	H350	R61			H241	
	H350i	R64			H250	
	H360				H251	
	H360F				H280	
	H360D				EUH001	
	H360FD				EUH006	
	H360Fd				EUH018	
	H360Df				EUH019	
	H362				EUH044	
	H370					
	H372					
4 Alvorlig	H301	R15/29	H400	R51	H220	R7
	H301+H311	R23 (alle)	H411	R51/53	H222	R8
	H301+H311+H331	R24		R54	H224	R9
	H301+H331	R24/25		R55	H242	R12
	H311	R25		R56	H252	R14
	H311+H331	R29		R57	H260	R14/15
	H314 1A	R32			H261	R16
	H317	R33			H271	
	H331	R35			H290	
	H341	R40			EUH014	
	H351	R43				
	H361	R48 (alle)				
	H361f	R62				
	H361d	R63				
	H361fd					
	H371					
	H373					
	EUH029					
	EUH032					
	EUH070					
	EUH071					

Fareklasse	Helse		Miljø		Sikkerhet	
	CLP	EEC	CLP	EEC	CLP	EEC
3 Middels alvorlig	H281	R20 (alle)	H412	R52	H221	R11
	H302	R21 (alle)	H413	R52/53	H223	R15
	H302+H312	R22		R53	H225	R17
	H302+H312+H332	R31		R58	H270	R30
	H302+H332	R34			EUH209	
	H304	R41			EUH209A	
	H312	R65			P222	
	H312+H332	R68 (alle)			P223	
	H314 1B				P231	
	H314 1C				P231+P232	
	H318				P232	
	H332				P405	
	EUH031				P420	
	EUH203					
	EUH204					
	EUH205					
	EUH206					
	EUH207					
	EUH208					
	P263					
	P282					
2 Mindre alvorlig	H315	R36 (alle)	P273	S57	H226	R10
	H319	R37 (alle)			H228	
	H335	R38			H229	
	H336	R66			H272	
	EUH066	R67			P210	
	EUH201	S22			P211	
	EUH201A	S23			P220	
	EUH202	S24			P221	
	P260	S25			P241	
	P261	S36			P242	
	P262	S37			P243	
	P270	S38			P250	
	P271	S39			P251	
	P280	S51			P372	
	P283	S52			P402+P404	
	P284				P403	
					P403+P233	
					P403+P235	
					P404	
					P407	
					P410+P403	
					P410+P412	
					P411	
					P411+P235	
					P412	
1 Ubetydelig	-	-	-	-	-	-

ACONIA®

.....